



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

**“Análisis del inventario del ciclo de vida del ladrillo utilizado en la ciudad de Cuenca: aspectos energéticos, medio ambientales, sociales, económicos y culturales.”**

Tesina previa la obtención del Título de Arquitecto

**AUTORES:**

Paúl Jacinto Alvear Córdova - C.I 0104046362  
Rene Patricio Palomeque Maldonado - C.I 0301720132

**DIRECTORA:**

Arq. Vanessa Fernanda Guillén Mena - C.I 0104436357

Cuenca – Ecuador





## **RESUMEN:**

El cambio climático es uno de los fenómenos que amenazan el bienestar de la sociedad debido al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. El sector industrial es uno de los principales contribuyentes debido a la gran cantidad de emisiones de carbono y energía utilizada en la producción de materiales. El presente trabajo de titulación analiza el ladrillo tochano en la parroquia Sinincay, con relación a las diferentes dimensiones de la sostenibilidad (sociales, culturales, económicas, ambientales) .Se plantea el uso de la herramienta ICV”Inventario de Ciclo de Vida” para el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> y la energía incorporada en el proceso de fabricación de ladrillo tochano en su fase de puerta a puerta. En el primer capítulo expone el estado de arte, problemática, hipótesis, objetivos y metodología de estudio. El segundo capítulo estudia al sector de la construcción y al ladrillo a un nivel global y local. Se presentan casos de estudio de ACV de ladrillo y las bases teóricas para su realización. El tercer capítulo estudia las dimensiones de la sostenibilidad en Sinincay y se aplica la metodología del ICV. En el cuarto capítulo se realiza comparaciones con casos de estudio, un resumen y recomendaciones para las dimensiones de la sostenibilidad del ladrillo.

## **PALABRAS CLAVE:**

ACV,Sostenibilidad,Ladrillo,ICV,Sinincay,CO<sub>2</sub>.



## **ABSTRACT:**

Climate change is one of the phenomena that threaten the well-being of society by increasing greenhouse gas emissions. The industrial sector is one of the main contributors due to the large amount of carbon emissions and energy used in the production of materials. This thesis analyzes the Tochano brick in Sinincay, in relation to the different dimensions of sustainability (social, cultural, economic, environmental). The use of the LCI “Life Cycle Inventory” tool is proposed for the calculation of emissions of CO<sub>2</sub> and the energy incorporated in the process of manufacturing of brick in the door-to-door phase. The first chapter presents the state of art, problems, hypotheses, objectives and study methodology. The second chapter looks at the construction sector and the brick at a global and local level. We present case studies of brick LCA and the theoretical bases for its realization. The third chapter studies the dimensions of sustainability in Sinincay and applies the LCI methodology. In the fourth chapter, comparisons are made with case studies, a summary and recommendations for the dimensions of brick sustainability.

## **KEYWORDS:**

LCA, sustainability, Brick, LCI, Sinincay, CO<sub>2</sub>





## **Capítulo 1**

### **1. BASES DE ESTUDIO**

1.1.Problemática	...16
1.2.Marco Teórico	...17
1.3.Hipótesis	...19
1.4.Objetivos	...19
1.4.1.Objetivo General	...19
1.4.2.Objetivos Específicos	...19
1.5.Metodología	...20

## **Capítulo 2**

### **2. ESTADO DE ARTE**

2.1.Contexto Internacional	...21
2.1.1.Problemática del Uso de Recursos Naturales.	...21
2.1.1.El Sector de la Construcción y su Impacto al Medio Ambiente.	...22
2.1.2.Estudios Relacionados al ACV del ladrillo.	...24
2.1.3.Validación de Datos en Estudios Relacionados al ACV del ladrillo.	...28
2.1.4.Softwares Utilizados en un ACV	...29
2.2.Análisis de Ciclo de Vida.	...30
2.2.1.Antecedentes del ACV.	...30
2.2.2.Normativa ISO 14040 a la 14048.	...30
2.2.3.Metodología del ACV.	...32
2.2.3.1.Introducción.	...32
2.2.3.2.Metodología para el Análisis de Ciclo de Vida.	...32
2.2.3.3.Objetivos.	...33
2.2.3.4.Alcance del Estudio.	...33
2.2.3.5.Unidad Funcional.	...33
2.2.3.6.Sistema de Producto.	...34



2.2.4. Inventario de Ciclo de vida (ICV)	...35
2.3. Contexto Nacional y Local.	...36
2.3.1. Sector de la Construcción en Ecuador.	...36
2.3.2. Ladrillo como Material principal en la Construcción de Cuenca.	...37
2.3.3. Sector Ladrillero a Nivel Nacional.	...40
2.3.4. Sector Ladrillero en el Cantón Cuenca.	...41
2.4. Esquema de Producción de Ladrillos en el Cantón Cuenca.	...43
2.4.1. Obtención de Materia Prima	...43
2.4.2. Proceso de Batido de la Arcilla.	...43
2.4.3. Proceso Moldeado y Perfilado.	...44
2.4.4. Proceso de Secado del Ladrillo.	...45
2.4.5. Proceso de Quema del Ladrillo.	...46

### **Capítulo 3**

#### **3. CASO DE ESTUDIO.**

3.1. Parroquia Sinincay.	...47
3.1.1. Información General de la Parroquia Sinincay	...47
3.1.1.1. Reseña Histórica de la Parroquia Sinincay	...47
3.1.1.2. Fundación Canónica de Sinincay	...48
3.1.1.3. Límites	...48
3.1.1.4. Orografía	...48
3.1.1.5. Hidrografía	...48
3.2. Aspectos Económicos	...49
3.2.1. Métodos de Comercialización de Ladrillo.	...51
3.2.2. La Producción en el Sector Semi Mecanizado.	...51
3.2.3. Actividades Complementarias del Sector Ladrillero.	...53
3.2.4. La Relación entre la Producción y la Economía del lugar	...53
3.2.5. Tipos de Ladrilleras del sector.	...54
3.2.6. Comercialización Directa e Indirecta.	...55



3.3.Aspectos Sociales y Culturales.	
3.3.1.Riqueza Cultural en Sinincay	...55
3.3.2.Albañiles y Carpinteros	...55
3.3.3.Historia de la Actividad Ladrillera en Sinincay	...56
3.3.4.El Trabajo Familiar	...56
3.3.5.Participación de Personas en la Producción de Ladrillos	...57
3.3.6.Migración	...58
3.3.7.La Actividad Ladrillera y la Migración	...58
3.4.Aspectos Ambientales.	...59
3.4.1.Impactos Ambientales en Sinincay.	...59
3.4.2.Recomendaciones para la Reducción de Impactos.	...60
3.5.Análisis Del Inventario de Ciclo de Vida (ICV) del ladrillo Tochano “Caso de Estudio”	...61
3.5.1.Aplicación del ICV en una Ladrillera de Sinincay.	...61
3.5.2.Definición del Objetivo, Alcance de estudio y Unidad funcional.	...61
3.6.Inventario de Ciclo de Vida (ICV).	...62
3.7.Recopilación y Validación de datos “Fábrica Semi Mecanizada”	...64
3.7.1.Datos Recolectados por Proceso Productivo.	...64
3.7.1.1.Primer Etapa: Mezcla de la Materia Prima	...64
3.7.1.2.Segunda Etapa: Laminación, Batido y Extrusión de la Mezcla	...66
3.7.1.3.Tercera Etapa: Almacenaje y Traslado interno a Horno	...67
3.7.1.4.Cuarta Etapa: Quema del Ladrillo	...67
3.7.1.5.Quinta Etapa: Traslado y Almacenaje.	...68
3.7.2.Cantidad Total de Combustibles en las 5 Etapas	...69
3.8.Cálculo de emisiones de CO <sub>2</sub> Correspondiente a las 5 Etapas.	...69
3.8.1.Emisiones de CO <sub>2</sub> por Transporte.	...69
3.8.2.Emisiones de CO <sub>2</sub> por Maquinaria	...69
3.8.3.Emisiones de CO <sub>2</sub> por Energía Eléctrica de Ventilador.	...69
3.8.4.Emisiones de CO <sub>2</sub> del Horno	...69
3.8.5.Resultados de Emisiones de CO <sub>2</sub> .	...71
3.9.Cálculo de Energía Incorporada.	...72



---

3.9.1.Resultados de Energía Incorporada.	...73
--	-------

## **Capítulo 4**

### **4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.**

4.1.Comparación con Casos de Estudio.	...73
4.1.1.Comparación con Estudio 1.	...73
4.1.2.Comparación con Estudio 2.	...74
4.1.3.Comparación con Estudio 3.	...74
4.2.Conclusiones Y Recomendaciones en las diferentes Dimensiones de la Sostenibilidad.	...75
4.2.1.Ambiental	...75
4.2.2.Económico	...77
4.2.3.Social y Cultural	...78
4.3.Conclusiones.	...79
4.4.Bibliografía	...81
4.5.Glosario de Términos	...84
4.6.Anexos	...87



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferentes niveles para aplicar el estudio de ciclo de vida del producto de la construcción.	...22
Figura 2. Impacto Generado en la Fase de Producción (en kg de CO2 equivalente/ladrillo producido)	...24
Figura 3. Validación de Datos.	...28
Figura 4. Línea del tiempo del desarrollo de la metodología de ACV	...30
Figura 5. Etapas del ciclo de vida de los productos, procesos y actividades	...32
Figura 6. Alcance del ciclo de vida	...33
Figura 7. Ejemplo de un sistema del producto para el ACV	...34
Figura 8. Procedimientos simplificados para el análisis del inventario	...35
Figura 9. Actores que intervienen en el Sector de la Construcción	...36
Figura 10. Fotografía de La Catedral de la Inmaculada	...38
Figura 11. Fotografía del Colegio Benigno Malo	...38
Figura 12. Fotografía de la Antigua Escuela de Medicina de la ciudad de Cuenca	...39
Figura 13. Fotografía de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca	...39
Figura 14. Fotografía de la Cordero Malo	...39
Figura 15. Fotografía de la Casa Hermida Palacios	...39
Figura 16. Levantamiento geo referenciado de las fábricas de ladrillo en el cantón Cuenca	...42
Figura 17. Proceso manual para la extracción de arcilla	...43
Figura 18. Extracción de arcilla con maquinaria.	...43
Figura 19. Batido de arcilla mediante pisoteo de bueyes.	...44
Figura 20. Batido de arcilla mediante maquinaria.	...44
Figura 21. Moldeado y perfilado de ladrillo artesanal.	...45
Figura 22. Proceso de batido, extrusión y corte	...45
Figura 23. Proceso de almacenaje y secado de ladrillo.	...45
Figura 24. Proceso para la quema de ladrillo.	...46
Figura 25. Actividad ladrillera en el la Parroquia Sinincay.	...47
Figura 26. Tejido de Sombreros de Paja Toquilla	...49
Figura 27. Trabajo en Mármol por los Artesanos de Sinincay	...50
Figura 28. Batido de la Arcilla mediante fuerza animal	...50



Figura 29.Trabajos en madera para la elaboración de muebles	...51
Figura 30.Tipos de modelos fabricados.	...51
Figura 31.Actividad Ladrillera como % de ingresos	...52
Figura 32.Ingresos por actividad promedio anual (2015)	...53
Figura 33.Otras actividades generadoras de ingresos	...53
Figura 34.Actividad Ladrillera del Sector	...56
Figura 35.Número de personas que trabajan en la ladrillera	...57
Figura 36.Personas que trabajan en la ladrillera	...57
Figura 37.Esquema de ACV.	...61
Figura 38.Esquema simplificado del ciclo de vida del ladrillo.	...61
Figura 39.Límite Del Sistema.	...62
Figura 40.Diagrama del proceso “entradas y salidas” de fabricación del ladrillo.	...63
Figura 41.Transporte interno y mezcla mediante mini cargadora.	...64
Figura 42.Materia según la dosificación	...65
Figura 43.Proceso unificado para la conformación de ladrillo.	...66
Figura 44.Proceso de almacenaje, oreado, raleado y secado	...67
Figura 45.Proceso ventilación, quema y almacenaje final	...68

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Impactos potenciales al medio ambiente del producto de la construcción.	...23
Tabla 2.Emisiones de CO <sub>2</sub> por unidad y por kg de ladrillo	...24
Tabla 3.Emisión de Gases por cada kg de Ladrillo	...25
Tabla 4.Emisión de CO <sub>2</sub> y Energía Incorporada por Tipo de ladrillo en la fase de producción.	...25
Tabla 5. Emisión de CO <sub>2</sub> y Energía Incorporada por el ladrillo de hueco triple en su fase producción.	...25
Tabla 6. Energía contenida en los materiales de construcción.	...26
Tabla 7. Energía contenida y coeficientes de CO <sub>2</sub> .	...26
Tabla 8. Datos correspondientes a los productos cerámicos por unidad constructiva	...27
Tabla 9.Datos ambientales por unidad de masa (kg)	...27



Tabla 10. Producto Interno Bruto por Construcción	...37
Tabla 11. Las ladrilleras a nivel nacional según el tipo de empresa.	...40
Tabla 12. Clasificación de personal por Provincias.	...41
Tabla 13. Ubicación de las ladrilleras en el cantón Cuenca	...41
Tabla 14. Tipos de Ladrilleras en el cantón Cuenca.	...42
Tabla 15. Tipos de productos fabricados.	...52
Tabla 16. Matriz de impactos ambientales, sociales y productivos en la parroquia Sinincay	...59
Tabla 17. Cantidad de materia prima para la mezcla	...65
Tabla 18. Datos recolectados de transporte interno y mezclado para la Primera Etapa	...66
Tabla 19. Datos recolectados de transporte interno y maquinaria para la Segunda Etapa	...67
Tabla 20. Datos recolectados de transporte interno para la Tercera Etapa	...67
Tabla 21. Datos Recolectados del horno para la Cuarta Etapa	...68
Tabla 22. Datos recolectados de transporte y almacenaje para la Quinta Etapa	...68
Tabla 23. Cantidad Total de los diferentes combustibles para el proceso de fabricación de ladrillo tochano.	...69
Tabla 24. Factores de conversión para los combustibles de transporte más típicos	...69
Tabla 25. Cantidad de Diésel Total por Transporte Indirecto y Maquinaria	...70
Tabla 26. Resultados de Emisiones de CO <sub>2</sub> .	...71
Tabla 27. Resultados de Emisiones de CO <sub>2</sub> por unidad y kg de ladrillo.	...72
Tabla 28. Energía Incorporada por cada Proceso.	...73
Tabla 29. Energía Incorporada "Mj" por unidad y kg de ladrillo.	...73
Tabla 30. Comparación entre "Estudio 1" con "Ladrillo Tochano Semi Mecanizado caso Cuenca"	...73
Tabla 31. Comparación entre "Ficha Técnica de Horno de Tiro Invertido" con "Ladrillo Tochano Fase de Quema"	...74
Tabla 32. Comparación entre "Estudio 3" con "Ladrillo Tochano Semi Mecanizado"	...74





Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

---

*Paúl Jacinto Alvear Córdova* autor del Trabajo de Titulación "Análisis del inventario del ciclo de vida del ladrillo utilizado en la ciudad de Cuenca: aspectos energéticos, medio ambientales, sociales, económicos y culturales.", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 21 de Junio de 2017

Paúl Jacinto Alvear Córdova

C.I: 0104046362





Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

*Paúl Jacinto Alvear Córdova*, autor del Trabajo de Titulación "Análisis del inventario del ciclo de vida del ladrillo utilizado en la ciudad de Cuenca: aspectos energéticos, medio ambientales, sociales, económicos y culturales.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 21 de Junio de 2017

Paúl Jacinto Alvear Córdova

C.I: 0104046362



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

---

*Rene Patricio Palomeque Maldonado*, autor/a del Trabajo de Titulación **"Análisis del inventario del ciclo de vida del ladrillo utilizado en la ciudad de Cuenca: aspectos energéticos, medio ambientales, sociales, económicos y culturales."**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 21/06/2017

*Rene Patricio Palomeque Maldonado*

C.I: 0301720132

---



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

*Rene Patricio Palomeque Maldonado* autor/a del Trabajo de Titulación **“Análisis del inventario del ciclo de vida del ladrillo utilizado en la ciudad de Cuenca: aspectos energéticos, medio ambientales, sociales, económicos y culturales.”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 21/06/2017

*Rene Patricio Palomeque Maldonado*

C.I: 0301720132

---



## **Capítulo 1**

### **1. BASES DE ESTUDIO**

#### **1.1.Problemática**

Uno de los problemas que amenazan el bienestar de la sociedad actual es el fenómeno del cambio climático, debido al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub>. El sector industrial es uno de los que más contribuyen a dicho fenómeno debido a la cantidad de energía que utilizan en la producción de material y las emisiones de carbono que resultan de este proceso. Por ello, crece cada vez más el interés de atribuir responsabilidades al sector industrial y de la construcción con el fin de que sus actividades reduzcan los impactos ambientales. La arquitectura constituye un ejemplo paradigmático en relación al desafío que hoy en día representa el desarrollo sostenible. El sector de la construcción moviliza el 10% de la economía mundial y absorbe el 50% de todos los recursos mundiales, lo que, desde muchos puntos de vista, le convierte en la actividad menos sostenible del planeta (Hermida Palacios, 2015).

La problemática actual se enfoca en el aumento de las concentraciones de gases en la atmósfera, especialmente las de dióxido de carbono” fórmula química CO<sub>2</sub>. El 90% de las emisiones de CO<sub>2</sub> son de origen energético, es decir por quema de combustibles. Las concentraciones de este gas han aumentado con el paso de los años, poniendo en peligro el ecosistema, la salud, el desarrollo social y bienestar de la humanidad (Gil García, 2012).

El uso de los recursos es un problema complejo a nivel internacional debido a la falta de propuestas eficientes y concretas de estrategias a

largo plazo para mejorar este proceso, que evite la contaminación y la utilización excesiva de energía.

Una de las herramientas desarrolladas para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto es el Análisis de Ciclo de Vida. Este procedimiento es utilizado con el fin de estudiar el impacto climático y proponer una reducción de las emisiones al ambiente así como mejorar procesos industriales. El alcance de estudio para un ACV completo de un material parte desde su extracción (cuna) hasta su disposición de desechos (tumba), en el cual se producen emisiones que afectan el medio ambiente, es el caso del CO<sub>2</sub>. El gasto total de energía para un proceso determinado se lo denomina consumo energético y puede ser traducido a energía incorporada dentro de un material mediante la cuantificación de la cantidad de combustible utilizado.

Generalmente, los materiales y la energía se transforman a lo largo de procesos de manufactura, transporte y uso del producto; y posteriormente, se convierten en desechos o son reciclados o reutilizados. Adoptar un enfoque de ciclo de vida significa reconocer la manera en que nuestras elecciones influyen en cada etapa del proceso, analizar las ventajas y desventajas y pensar en cómo contribuimos a la economía, el medio ambiente, la sociedad y el impacto en el quehacer cultural. De este modo, también la industria de la construcción debe hacerse cargo de los impactos que causan sus actividades en el medio y su influencia directa con los problemas ambientales globales, especialmente con el fenómeno del cambio climático y por ello debe buscar herramientas o mecanismos que minimicen el impacto.

El impacto ambiental, producto de las emisiones de CO<sub>2</sub>, es uno de los problemas dentro de las dimensiones de la sostenibilidad por lo que





es necesario tomar conciencia. Los aspectos económicos, sociales y culturales, también tienen un impacto dentro de la fabricación y procesamiento de materiales, debido a que estos métodos han sido llevados a cabo desde hace muchos años, convirtiéndose en tradición y fuente de ingresos para la población. Tener esta visión integral desde las dimensiones de la sustentabilidad puede llevarnos a la conclusión de que un material es o no sostenible.

Dentro del contexto nacional, uno de los materiales más usados dentro de la construcción es el ladrillo, el mismo que posee características estructurales, estéticas y aislantes, pero no se han realizado estudios en el Ecuador que determinen si es un material ecológico y sostenible en sus diversas dimensiones.

Es necesaria una base de datos a nivel nacional sobre la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y la energía incorporada en los materiales de construcción y sus efectos integrales. Esto abre el campo de estudio e investigación al análisis de ciclo de vida de los principales materiales utilizados en la construcción.

### **Marco Teórico**

Una vez que el mundo fue experimentando los cambios climáticos, se presentó una alerta moderada sobre la autodestrucción de la naturaleza. Estos cambios y los detonantes económicos han contribuido a que continuamente grupos de investigadores comiencen a tomar otras vías para la construcción, aplicando los conceptos de sostenibilidad, confort y eficiencia energética que pueden determinar una línea de construcción encaminada a buscar nuevas maneras de construir sin causar un daño ambiental irremediable un impacto que comprometa a las fu-

turas generaciones (THONING K.W1989, p 8).

La aparición y difusión del término desarrollo sostenible o sustentable ha acompañado al proceso de concientización ambiental de la sociedad global. La sustentabilidad presenta diversas dimensiones dada su complejidad en el campo ecológico, social, económico y últimamente ha tomado fuerza el aspecto cultural.

Se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica de estudios e investigaciones que se han realizado y están directamente relacionadas con el ámbito del estudio.

En el presente apartado se muestra, de manera resumida, el contenido y las principales conclusiones obtenidas de estudios sobre Análisis de Ciclo de vida (ACV) a nivel internacional y local.

En el trabajo de investigación, de la Dra. Arquitecta Carola Santiago Aspiazu sobre la “Evaluación de las cargas energéticas y ambientales de la fábrica de ladrillo macizo de arcilla cocida, mediante la aplicación del análisis de ciclo de vida (ACV)”, se evalúa el comportamiento medioambiental de la fábrica de ladrillo macizo de arcilla cocida, a partir de la determinación del impacto ambiental que genera la fabricación del material a lo largo de todo su ciclo de vida. El estudio abarca el ciclo de vida completo, extracción de materias primas, fabricación, distribución, ejecución del muro y disposición final del residuo., se utilizó la base de datos Ecoinvent (Aspiazu, Santiago, 2008).

En un artículo “Análisis de Ciclo de Vida en la determinación de la energía contenida y la huella de carbono en el proceso de fabricación del hormigón pre mezclado. Caso estudio planta productora Región del Bío Bío, Chile.”, se encontró resultados acerca de la determinación de



la energía contenida y asociada al proceso de fabricación de hormigones, a través de un Análisis de Ciclo de Vida Simplificado. El inventario ambiental consideró específicamente: transporte de materias primas, proceso de dosificación, carga y despacho de los principales insumos materiales. Para todas estas actividades se cuantificaron consumos energéticos y emisiones de CO<sub>2</sub> durante un año de producción (Sanguinetti & Ortiz, 2014).

En la tesis “Repercusión medioambiental del uso de la cerámica estructural en España. Energía embebida y emisiones de CO<sub>2</sub>.”, elaborada por el Arq. Roberto Díaz Rubio en 2012, tiene como objetivo conocer y evaluar, desde el punto de vista medioambiental, el impacto que tiene el uso de las diferentes tipologías de productos de cerámica estructural que se utilizan en la edificación actual en España. El estudio se centra en las emisiones de CO<sub>2</sub> y energía embebida durante los procesos de fabricación y transporte a obra. Se trata de un Análisis del Ciclo de Vida, fase de “cuna a puerta”, puesto que quedan excluidas las etapas de construcción, uso y fin de la vida útil del edificio donde es usado el producto cerámico (Díaz Rubio, 2011).

El Arq. Davis Gil García en su tesis “Análisis de ciclo de vida en fachadas”, tiene como objetivo mostrar el papel que juega el ACV en los diferentes tipos de fachadas, en el proceso de reducción del impacto del cambio climático asociado al sector de la construcción. Para ello resulta imprescindible mejorar la eficiencia energética en el sector, a partir de un monitoreo exacto de su consumo energético, tomando como herramienta de evaluación el Análisis de Ciclo de Vida (Gil García, 2012).

En la tesis del Arq. Arnaldo Cardim Carvalho Filho se estudian los efectos ambientales de la producción del cemento, incluyendo las diferen-

tes etapas que componen su ciclo de vida, con objeto de estructurar y proponer las bases fundamentales de un Inventario del Ciclo de Vida (ICV) nacional de dicho producto (Carvalho Filho, 2001).

Se han realizado Análisis de Ciclo de Vida (ACV), del hormigón y productos como la cerámica a nivel internacional, que nos sirven de guía para la elaboración de un Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (ICV) del ladrillo según lo propuesto en la norma (Norma ISO 14040:2006). El ICV se refiere a una fase que implica la recopilación y la cuantificación de entradas y salidas para un sistema del producto a través de su ciclo de vida.

A nivel nacional encontramos algunos estudios, como por ejemplo el proyecto de investigación de la metodología de ACV a la generación de energía eléctrica en las Centrales Hidroeléctricas Agoyan y Paute-Molino con el fin de evaluar el desempeño energético e impacto ambiental realizado por el Ing. Mecánico David Alejandro Lazo.

A nivel local, en la ciudad de Cuenca, se están llevando a cabo investigaciones y tesis sobre Análisis de Ciclo de vida, tal es el caso del análisis del impacto ambiental de las tecnologías termo-solares de concentración, usando la herramienta ACV realizado por el Ing. José Julián Estrella López como trabajo de graduación en la Universidad de Cuenca. El trabajo se enfoca en elaboración de un mapa de irradiación solar normal directa (DNI), el análisis de la viabilidad tecnoeconómica de alternativas de generación con concentradores termo solares y su posible hibridación con otros combustibles como el gas natural y la biomasa, y la evaluación del impacto ambiental global de dichos concentradores mediante el Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

La Arquitecta Karla Gabriela Vázquez Calle, en su tesis “Análisis del inventario del ciclo de vida en la determinación de la energía conteni-



da y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso de fabricación del hormigón pre mezclado; caso de estudio: planta pre mezcladora de la ciudad Cuenca”, realiza un ACV del concreto premezclado en la fase de Cuna a Puerta, con el fin de determinar la energía incorporada, así como las emisiones de CO<sub>2</sub> producto del proceso de fabricación y transporte directo e indirecto del material.

En el Sector Sinincay de la Ciudad de Cuenca toma lugar la investigación propuesta sobre el Inventario de Ciclo de Vida (ICV), en una ladrillera semi mecanizada. Esta ladrillera pertenece al Sr. Mesías Riera, y se encuentra ubicada en el camino entre Racar y Sinincay. La fábrica produce dos tipos de ladrillo, el ladrillo tochano y el ladrillo visto para fachadas. El ICV se enfoca en el proceso de fabricación de ladrillo tochano ya que es producido en mayor cantidad.

Sinincay es un sector conocido por sus tradiciones y actividades relacionadas con la agricultura, crianza de animales y sobre todo la actividad de producción de ladrillo y teja. La actividad alfarera toma importancia dentro de las dimensiones de la sustentabilidad debido a que es un proceso de tradición que genera empleo en Sinincay (Sanmartín & Sucuzhañay, 2015).

La producción artesanal en el sector de Sinincay es una tradición arraigada a la cultura que se ha venido desarrollando y evolucionando de generación en generación, y esta actividad es el sustento diario para poder mejorar la situación económica de quienes se dedican a ella. El impacto ambiental que conlleva la elaboración del ladrillo es un tema de discusión ya que a pesar de que la fabricación del mismo produzca ingresos económicos, mantenga una tradición; el sector está siendo afectado. La tala de bosques es una de las desventajas para el medio

ambiente debido a que los productores de ladrillos y tejas utilizan madera de los bosques aledaños para la elaboración de los mismos. Los hornos que queman esta madera a su vez producen emisiones que contaminan el aire (Sanmartín & Sucuzhañay, 2015).

Esta tesina forma parte del proyecto de investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, que resultó ganador del XII Concurso Universitario de Proyectos de Investigación convocado por la Universidad de Cuenca.

## **1.2.Hipótesis**

“La energía incorporada y las emisiones de carbono producto de su fabricación convierten al ladrillo en un material poco ecológico. Además de que presentan repercusiones de tipo social, económicas y culturales.”

## **1.3.Objetivos**

### **1.3.1.Objetivo General**

Análisis medio ambiental en el proceso de fabricación del ladrillo y sus consecuencias en las diversas dimensiones de la sostenibilidad en el área de estudio.

### **1.3.2.Objetivos Específicos**

- Revisar los procesos de análisis de ciclo de vida, descripción del lugar de estudio y su relación con las dimensiones de la sostenibilidad.
- Definir el límite de estudio y alcance en el proceso de fabricación del



ladrillo.

- Estudio del impacto del ciclo de vida que genera este proceso en relación con el ámbito social, económico, medio ambiental y cultural.

#### **1.4. Metodología**

Para el desarrollo de este trabajado de titulación, se llevaran a cabo diferentes etapas de estudio con el fin de estudiar las dimensiones de la sustentabilidad y desarrollar un ICV integral dentro del proceso de fabricación de ladrillo en su fase de puerta a puerta. Las etapas a estudiar serán las siguientes:

- En primer lugar, se desarrollará una revisión bibliográfica sobre el Análisis de Ciclo de Vida para conocer el proceso necesario para llevarlo a cabo.
- En segundo lugar, se realizará un estudio del sitio, que abarque las diferentes dimensiones de la sustentabilidad (cultural, ambiental, económica y social) del sector Sinincay enfocándose en el sector ladrillero.
- En tercer lugar, se desarrollará un proceso de toma de datos en la ladrillera seleccionada, con el fin de recolectar información sobre el proceso de fabricación del material.
- En cuarto lugar, se definirá un límite y alcance de estudio.
- En quinto lugar, se realizará el Inventario de Ciclo de Vida, es decir, se cuantificará las emisiones de CO<sub>2</sub> y la energía incorporada en el proceso de puerta a puerta.
- En sexto lugar, se realizará la discusión de resultados y una comparación con otros estudios.





## **Capítulo 2**

### **2. ESTADO DE ARTE**

---

#### **2.1.Contexto Internacional**

##### **2.1.1.Problemática del Uso de Recursos Naturales.**

El mal uso de los recursos se ha convertido en un problema a nivel global de carácter complejo, que necesita crear alternativas eficientes y concretas mediante estrategias a largo plazo que optimicen el proceso, que evite la contaminación al entorno y el consumo excesivo de energía.

*“El sector de la construcción moviliza el 10% de la economía mundial y absorbe el 50% de todos los recursos mundiales, lo que, desde muchos puntos de vista, le convierte en la actividad menos sostenible del planeta” (Hermida Palacios, 2015).*

Para proponer un desarrollo sostenible debe existir eficiencia en el uso de los recursos para la elaboración de un producto, logrando con esto la reducción de gases de efecto invernadero, menor consumo energético, consiguiendo un bienestar económico y social.

Los desperdicios en los países o sectores pudientes es una demostración de la inequidad y desigual distribución de la riqueza que existe en la sociedad, aspecto que causa distancias entre seres humanos, por un lado gente o personas que consumen mucho y desperdician bastante y por otro lado seres humanos que no tienen acceso a una riqueza digna o básica en la sociedad.

El mal uso de los recursos trae muchas complicaciones como erosión

del suelo, deforestación, contaminación de aguas subterráneas y expulsión de gases que afectan al medio ambiente por lo que las personas en la actualidad buscan procesos más amigables con el medio ambiente (Carvalho Filho, 2001, p. 21).

Los recursos deben ser utilizados con un criterio más eficiente durante su ciclo de vida, desde el proceso de extracción, transporte, transformación, consumo, hasta el desecho de los residuos. Se debería empezar a generar más utilizando menos materiales, consumiendo de una manera eficiente, reduciendo el riesgo de escasez y los impactos ambientales.

Una de las herramientas desarrolladas para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto es el Análisis de Ciclo de Vida. Este procedimiento es utilizado con el fin de estudiar el impacto climático y proponer una reducción de las emisiones al ambiente así como mejorar procesos industriales.

### 2.1.2.El Sector de la Construcción y su impacto al medio ambiente.

*“El sector de la construcción es responsable de grandes aportaciones económicas y sociales (representa en el entorno del 10% del Producto Interno Bruto de los países occidentales) a través de la producción de bienes y servicios. Este mismo sector empieza a reconocer la necesidad de sumar esfuerzos para producir sus productos de forma medio ambientalmente correcta”* (Carvalho Filho, 2001, p. 22).

La tendencia contemporánea de la mayoría de constructores, ha llevado a ignorar la relación con el entorno y a utilizar recursos sin tomar en cuenta el impacto ambiental y los efectos del mismo. Es necesario tomar acciones orientadas al desarrollo de una arquitectura que responda a avances científicos, a tradición, cultura, clima y desarrollos tecnológicos disponibles (Maza González, 2012, p. 22).

Los materiales utilizados en la construcción tradicional para la elaboración de muros (ladrillos y bloques), impactan de manera preocupante al medioambiente por lo que es necesario mejorar procesos de producción y transporte así como de replantear técnicas de construcción vernáculas con el fin de reducir las emisiones y energía necesaria en la construcción (Maza González, 2012, p. 22).

Filho (2001), en su tesis “Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento - Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento.”, hace referencia a la situación actual en la construcción. Menciona que desde el punto de vista ambiental, existen diferentes niveles o grados para el Análisis de Ciclo de Vida de un producto en la construcción. Al determinar diferentes niveles para un producto, se puede establecer estrategias adecuadas para cada uno de ellos y así actuar según la dificultad del estudio. Por ejemplo al realizar un ACV

global de un producto representa un riesgo metodológico debido a la dificultad de cada etapa de estudio.

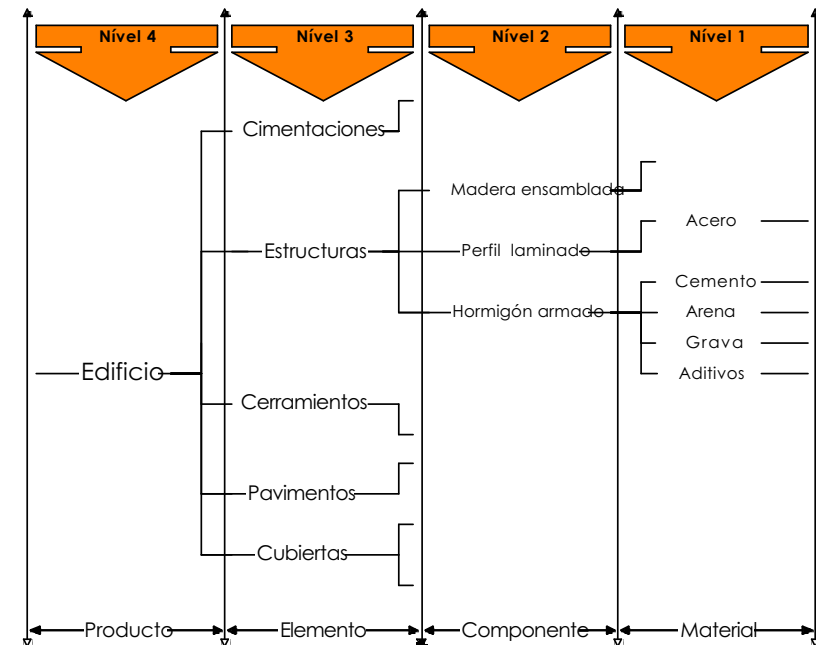


Figura 1. Diferentes niveles para aplicar el estudio de ciclo de vida del producto de la construcción.  
Fuente: Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento - Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento. Carvalho Filho (2001, p. 33).

Los niveles identificados en la Figura 1 y la Tabla 1, han sido modificados con relación a los presentados por Carvalho Filho (2001, p. 34), en su estudio “Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento - Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento”, ya que se ha considerado pertinente nombrar Nivel 1, como un ACV inicial, de los materiales como el acero, cemento, arena, grava,

Producto de la construcción	Ciclo de vida		
	Producción	Uso y mantenimiento	Reintegración
<b>Material de construcción (nivel 1)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energía y recursos naturales en los procesos de producción y transportes;</li> <li>Producción de ruidos y vibraciones;</li> <li>Producción de residuos por excedentes de procesos y embalajes;</li> <li>Emisiones contaminantes del aire, agua o suelo (Tránsito, industria y locales);</li> <li>Perturbación del entorno con impacto visual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos potenciales traspuestos al producto intermedio o final que lo utiliza..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos potenciales traspuestos al producto intermedio o final que lo utiliza..</li> </ul>
<b>Componente o elemento (nivel 2 o 3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energía y recursos naturales en los procesos de producción y transporte;</li> <li>Producción de ruidos y vibraciones;</li> <li>Producción de residuos por excedentes de procesos y embalajes;</li> <li>Emisiones de partículas al aire (p.ej.:polvo);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energía y recursos en los procesos de mantenimientos;</li> <li>Producción de residuos o sustancias tóxicas, en función de los procesos de mantenimiento, su naturaleza y vida útil;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos potenciales traspuestos al producto final que lo utiliza.</li> </ul>
<b>Edificio u otra obra civil (nivel 4)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energía y recursos en los procesos constructivos;</li> <li>Producción de ruidos y vibraciones;</li> <li>Producción de residuos por excedentes de obra y embalajes;</li> <li>Emisiones de partículas al aire (p.ej.:polvo);</li> <li>Impacto visual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energía y recursos naturales, en función de la naturaleza de uso y vida útil;</li> <li>Producción de ruidos y vibraciones, en función de la naturaleza de uso y vida útil;</li> <li>Producción de residuos (desechos, aguas residuales y sustancias tóxicas), en función de la naturaleza de uso y vida útil;</li> <li>Perturbación del entorno (tránsito, aparcamiento, etc.), en función de la naturaleza de uso y vida útil;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energía en los procesos de demolición;</li> <li>Producción de ruidos y vibraciones;</li> <li>Emisiones de partículas al aire (p.ej.:polvo);</li> <li>Producción de residuos por demolición descontrolada o selección para reciclado;</li> <li>Consumo de energía en los procesos de transportes, selección y machaqueo (reciclado);</li> <li>Impacto visual</li> </ul>

Tabla 1. Impactos potenciales al medio ambiente del producto de la construcción.

Fuente: Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento - Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento. Carvalho Filho (2001, p. 34).

etc, y un nivel 4 un ACV correspondiente a obra civil o edificio.

Entre los diferentes impactos producto de la construcción encontramos: consumo de energía y recursos naturales, producción de ruido y vibraciones, emisiones al aire, agua y suelo, perturbación del entorno e impacto visual, etc. Para cada nivel de construcción podemos identificar los impactos potenciales al medio ambiente en la Tabla 1.

### 2.1.3. Estudios Relacionados al ACV del ladrillo.

Mediante una revisión bibliográfica se ha identificado estudios referentes a Análisis de Ciclo de Vida “ACV” a nivel internacional con la finalidad de encontrar información y resultados. A nivel local no se ha encontrado estudios de ACV para materiales cerámicos, como es el caso del ladrillo. En Ecuador no existe una base de datos de consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub> de los diferentes materiales de construcción.

**Estudio 1:** Análisis ciclo de vida comparativo entre ladrillos artesanales y ladrillos mecanizados (**Swisscontact**, Cusco Perú).

En el presente documento se realiza una investigación del análisis ciclo de vida comparativo entre ladrillos artesanales y ladrillos mecanizados en el distrito de San Jerónimo, departamento Cusco desarrollado por la empresa **Swisscontact**. El objetivo de este estudio es el de cuantificar y evaluar los impactos ambientales generados por la producción de ladrillo durante el ciclo de vida en su fase de Puerta a Puerta. Estos datos obtenidos sirven de ayuda para la contribución del cambio climático y mejora en la toma de decisiones de organismos asociados y entes gubernamentales. Para su desarrollo se utilizó la metodología del ACV, bajo los parámetros de la norma 14040, considerando como unidad funcional el m<sup>2</sup> de pared y se usó la base de datos ECOINVENT. El análisis de impactos se realizó con la ayuda del software de Pre-Consultant, SIMAPRO 6.0 y sus conclusiones comparativas estuvieron a cargo de los expertos de la empresa swiiscontact. Para Ladrillo artesanal la emisión equivalente es de 0.386 kg CO<sub>2</sub>/ u y para ladrillo mecanizado de 0.52 kg CO<sub>2</sub>/ u. Estos resultados se muestran en la Figura 2.

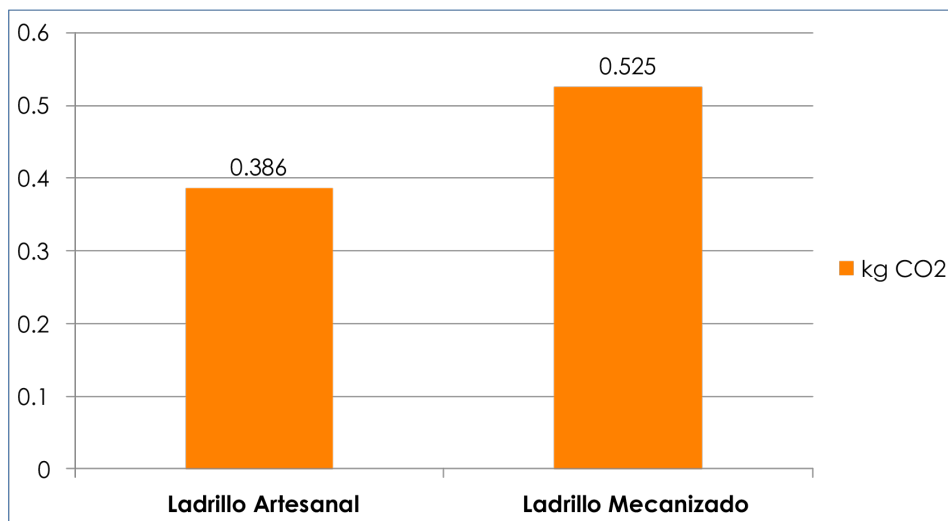


Figura 2. Impacto Generado en la Fase de Producción (en kg de CO<sub>2</sub> equivalente/ladrillo producido)  
Fuente: Análisis ciclo de vida comparativo entre ladrillos artesanales y ladrillos mecanizados. (**Red Peruana de Ciclo de Vida**, 2012)

Emisiones de CO <sub>2</sub> por unidad y por kg de ladrillo			
Tipo	Peso por unidad (kg)	kg CO <sub>2</sub> / unidad	kg CO <sub>2</sub> / kg de Ladrillo
Ladrillo Artesanal	3	0,386	0,128
Ladrillo Mecanizado	6	0,525	0,0875

Tabla 2. Emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad y por kg de ladrillo  
Fuente: Autor

## Estudio 2: Ficha Técnica de tecnologías de horno de ladrillo/Teja en América Latina

En esta ficha técnica se realiza un análisis resumen sobre el horno de tiro invertido utilizado para la quema de ladrillo hueco, realizado por la empresa **Swisscontact**. Se detalla que esta ficha es aplicable en el caso de Latinoamérica, específicamente para Ecuador y Perú, debido a que la empresa ha desarrollado varios estudios y mejoras en el proceso de producción del ladrillo en estos países. Se realiza un resumen sobre el horno de tiro invertido describiendo su funcionamiento e identificando que el mismo es más eficiente y tiene mejor distribución de calor en el interior. Este horno se replicó en la ciudad de Cuenca. La ficha contiene a su vez factores de emisión medidos en relación a un kilogramo de ladrillo y expresados en la Tabla 3. Para un horno de tiro invertido la energía incorporada es de 2.37 Mj/ kg.

En g/kg de ladrillo cocido			
CO <sub>2</sub>	Carbono Negro (CN)	Material Particulado (MP)	CO
Promedio de 100,9 g/kg de ladrillo	No disponible	No disponible	Promedio 2,96g/kg de ladrillos

Tabla 3. Emisión de Gases por cada kg de Ladrillo

Fuente: Ficha Técnica de tecnologías de horno de ladrillo/teja en América Latina. Miembros del equipo del Programa **EELA**

## Estudio 3: Repercusión medioambiental del uso de la cerámica estructural en España. Energía embebida y emisiones de co2 (Roberto Díaz Rubio, 2011)

El objetivo principal de este estudio es el de ver desde el punto de vista medioambiental, la repercusión que conllevan los diferentes tipos de productos relacionados a la cerámica estructural utilizada en la construcción actual en España. Se lo realiza mediante un estudio de las emisiones de CO<sub>2</sub> y energía contenida en los procesos de fabricación y transporte a obra, realizado bajo la metodología del Análisis Ciclo de Vida de cuna a puerta, bajo las normas 14040 y 14044. Los resultados de emisiones y energía incorporada para los diferentes ladrillos se encuentran expresados en la Tabla 4. Las emisiones y energía incorporada en relación a un kg de ladrillo hueco triple se pueden apreciar en la Tabla 5.

	Clinker	Caravista	Hueco triple	Termoarcilla	Teja mixta
CO <sub>2</sub> /t	184,54	176,45	146,58	167,10	204,24
kWh/t	705,6	668,3	530	625,1	796,6

Tabla 4. Emisión de CO<sub>2</sub> y Energía Incorporada por Tipo de ladrillo en la fase de producción.

Fuente: Repercusión medioambiental del uso de la cerámica estructural en España. Energía embebida y emisiones de CO<sub>2</sub>. (Díaz Rubio, 2011)

	Hueco Triple
CO <sub>2</sub> /kg	0,146
KWh/Kg	0,53

Tabla 5. Emisión de CO<sub>2</sub> y Energía Incorporada por el ladrillo de hueco triple en su fase producción.

Fuente: Autores



**Estudio 4:** Cuantificación energética de la construcción de edificios y el proceso de urbanización (Cepeda Gutiérrez, 2003).

El sector de la construcción representa una de las mayores fuentes de ingresos y a su vez uno de los sectores con mayor consumo energético. Este artículo es un resumen del estudio “El Balance Energético en la Construcción de Edificios y su Aplicación en el Fenómeno Urbano” y maneja una base de datos energéticos para la construcción de viviendas y urbanización. Los datos presentados en la Tabla 6 son resultado del estudio de 14 proyectos de edificación en Navarra, y la fecha posterior a 1997. En la Tabla 6 se aprecia que para materiales como arcilla cocida, ladrillos y tejas; la energía primaria contenida es de 4,5 MJ por cada kilogramo de material y a su vez equivale a 1,5 kWh/ kg.

#### Resultados:

TABLA T1			
ENERGÍA CONTENIDA EN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			
Procedencia datos básicos Guía de la edificación sostenible Idae, Ministerio de Fomento, 1995 Tabla de elaboración propia			
Material	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> ) (Kg/m <sup>2</sup> )	Energía primaria (MJ/Kg)	Energía primaria (MJ/m <sup>3</sup> ) (MJ/m <sup>2</sup> )
Acero 100 % reciclado (teórico)	7850	17	133450
Acero comercial (20 % reciclado)	7850	35	274750
Aluminio 100 % reciclado (teórico)	2700	23	62100
Aluminio comercial (30 % reciclado)	2700	215	580500
Aluminio primario	2700	160	432000
<b>Arcilla cocida, ladrillos y tejas</b>	<b>40</b>	<b>4,5</b>	<b>180</b>

Tabla 6. Energía contenida en los materiales de construcción.

Fuente: Cuantificación energética de la construcción de edificios y el proceso de urbanización. (Cepeda Gutiérrez, 2003, p. 4)

**Estudio 5:** Inventory of Carbon and Energy (ICE)

Este estudio fue elaborado por el docente Geoff Hammond & Craig Jones, del equipo **Sustainable Energy Research Team (SERT) Department of Mechanical Engineering University of Bath, UK3.**

Este estudio consistió en elaborar un inventario de algunos materiales de construcción, cuantificando las emisiones de CO<sub>2</sub> de los productos y la energía embebida durante todo su ciclo de vida, es decir de Cuna a Tumba. Los Resultados de energía incorporada para ladrillo simple son de 6.9 MJ/unidad, con emisiones de 0.55 kg CO<sub>2</sub>/unidad (Tabla 7).

#### Resultados:

Selected Embodied Energy & Carbon Coefficients and Associated Data		
Material	Embodied Energy - MJ/Kg	Embodied Carbon - Kg CO <sub>2</sub> /Kg
General simple baked clay products	3	0,24
Tile	6,5	0,48
Vitrified clay pipe DN 100 & DN 150	6,2	0,46
Vitrified clay pipe DN 200 & DN 300	7,0	0,50
Vitrified clay pipe DN 500	7,9	0,55
General Clay Bricks	3,0	0,24
EXAMPLE: Single Brick	6.9 MJ per brick	0.55 kgCO <sub>2</sub> per brick
Limestone Bricks	0,85	?

Tabla 7. Energía contenida y coeficientes de CO<sub>2</sub>.

Fuente: Inventory of Carbon and Energy (ICE)

## Estudio 6: Base de datos de componentes constructivos de ITEC. Proyecto INVIS0.

El proyecto **INVIS0** (Optimización de la producción de viviendas: Industrialización, Eficiencia y Sostenibilidad) es un proceso de producción industrializado de viviendas, que parte del inicio del proyecto hasta el fin de la obra, desde la fabricación de componentes, como aspectos constructivos e instalaciones. El límite del estudio es de Cuna Tumba.

Una de las fases de este proyecto fue la recolección de datos sobre emisiones de CO<sub>2</sub> y la energía embebida en los materiales de construcción, obteniendo así un listado de los productos de la construcción del ITEC, con datos medio ambientales. Es una base de datos de libre acceso donde se ha considerado información de los materiales derivados de la arcilla como son: cerámica árabe, ladrillo hueco doble, ladrillo perforado hidrofugado, ladrillo perforado Clinker, etc. En la Tabla 8 se aprecia dichos datos.

En la Tabla 9 se muestra tanto el peso del material (kg), coste energético (MJ y kWh) y emisión de CO<sub>2</sub> (kg) producida de cada uno de los componentes de los materiales que conforman un m<sup>2</sup> de pared de ladrillo.

Producto	Peso	Coste Energético	Emisiones CO2
	Kg	Mj	Kg
Ladrillo Perforado Hidrofugado	106,17	293,89	22,3
Ladrillo Hueco Doble	81,58	225,8	17,13
Ladrillo Perforado Klinker	106,81	295,66	22,43
Teja Cerámica Árabe	44,1	122,07	9,26

Tabla 8. Datos correspondientes a los productos cerámicos por unidad constructiva  
Fuente: Repercusión medioambiental del uso de la cerámica estructural en España. Energía embebida y emisiones de CO<sub>2</sub> (Días Rubio, 2011, p. 29).

En la Tabla 9 se muestra tanto el coste energético (MJ y kWh) y emisión de CO<sub>2</sub> (kg) producida de cada uno de los componentes de los materiales que conforman 1 kg de ladrillo.

Producto	Coste Energético	Emisiones CO2
	Mj	Kg
Ladrillo Perforado Hidrofugado	2,7681	0,21
Ladrillo Hueco Doble	2,7678	0,21
Ladrillo Perforado Klinker	2,7681	0,21
Teja Cerámica Árabe	2,768	0,21

Tabla 9. Datos ambientales por unidad de masa (kg)  
Fuente: Repercusión medioambiental del uso de la cerámica estructural en España. Energía embebida y emisiones de CO<sub>2</sub> (Días Rubio, 2011, p. 29).



## 2.1.4. Validación de Datos en los Estudios Relacionados al ACV del ladrillo.



Figura 3. Validación De Datos.

Fuente: Análisis del ciclo de vida de materiales de construcción convencionales y alternativos. (Maza González, 2012, p. 38).

Para una validación de datos (Figura 3), es necesario tener certeza de los mismos y deben ser analizados según su representatividad. La certeza de los mismos se la puede confirmar según la confiabilidad de los datos. No es lo mismo contar con información por simple estimación, a tener fichas y datos técnicos sobre maquinaria, procesos y subprocesos. Identificar la representatividad de un estudio frente a otro, se lo puede determinar según comparaciones entre los mismos.

En los seis estudios revisados anteriormente, se ha recopilado los re-

sultados finales según la unidad funcional y los límites para cada uno de los ACV. Mediante estos datos se puede tener una aproximación al Ladrillo Tochano de Cuenca.

Es necesario validar la representatividad de los resultados, debido a que si comparamos directamente un estudio con el otro, tendríamos un problema de resultados. Cada estudio ha definido su unidad funcional, límite y alcance; por lo que, si se realiza una comparación entre dos ACV de un mismo material, debe existir correspondencia. Primeramente los límites a comparar deben ser iguales, ya que las emisiones de CO<sub>2</sub> y energía incorporada de un ACV a otro varían. Un estudio de Cuna a Tumba "Desde la extracción de materia prima, hasta el fin de la vida útil del material", no puede ser comparado con uno de Cuna a Puerta "Desde la extracción de materia prima, hasta la producción final del material" por lo que debe existir una correspondencia. En segundo lugar, la unidad funcional a comparar debe ser la misma en los dos ACV.

Cada estudio presentado anteriormente, ha sido revisado y validado, ya que las empresas y autores encargados de realizarlos realizaron un proceso investigativo de calidad, como es el caso de la empresa Swiss-contact y el Proyecto INVISIO. Los resultados obtenidos por Roberto Díaz Rubio y Gutiérrez Cepeda, mantienen un nivel de confiabilidad alto y han sido mencionados en otros trabajos.





### **2.1.5. Softwares Utilizados en un ACV.**

Cada vez hay más técnicos y empresas interesadas en la elaboración de Análisis de Ciclo de Vida, por lo que se han desarrollado herramientas informáticas o software que facilitan el desarrollo de este proceso en sus diferentes etapas “Análisis de Inventario, Evaluación de impactos e Interpretación de resultados”.

La complejidad de un ACV es otro de los factores que ha llevado a la creación de herramientas informáticas. En la actualidad contamos con una gran variedad de softwares referentes al ACV, en su mayoría de pago. Todos estos programas informáticos ofrecen las siguientes facilidades:

- Creación de un modelo virtual de proceso
- Introducción de datos para elaboración de inventario
- Bases de datos interconectadas
- Ejemplos de ACV ya elaborados
- Clasificar, normalizar y evaluar resultados
- Evaluación de Impactos

Entre los software más utilizados en la elaboración de ACV, se puede mencionar : SimaPro, TEAM, Umberto, Open LCA y Gabi.



## 2.2. Análisis de Ciclo de Vida.

### 2.2.1. Antecedentes del ACV.

Los estudios sobre el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (Life Cycle Assessment (LCA) en inglés) inician alrededor de los años 70, debido a la crisis petrolera. El primero de ellos se realizó en 1969 para la Coca Cola Company por el Midwest Research Institute y tuvo como objetivo la reducción del consumo de recursos dentro de la fábrica y sobre todo calcular la cantidad de emisiones al medioambiente según el autor (Guinée et al., 2011, p. 1)

(Guinée et al., 2011) señala que en Europa se realizaron estudios de ACV en los años 60 y los llevó a cabo Boustead dentro del proceso de fabricación de envases de bebidas. El método se volvió muy utilizado a partir de 1980 y su uso incrementó, por lo que en 1993 SETAC (Society of Environmental Toxicology And Chemistry) propuso un código, con el cual se pretendía unificar los estudios dentro de una misma metodología.

Posteriormente, desde el año 1997 al 2000, la Organización Internacional de Estandarización (ISO), propone una estructura de trabajo para que los métodos, procedimientos, terminologías, se unificaran y permitieran tener un entendiendo más claro sobre la realización del método. La ISO a su vez propuso la creación y utilización de softwares que realizaran Análisis de Ciclo de Vida dentro de numerosas industrias (Gil García, 2012b, p. 8).

La Figura 3 hace referencia a una línea de tiempo resumen de los momentos mas importantes en el desarrollo del ACV.

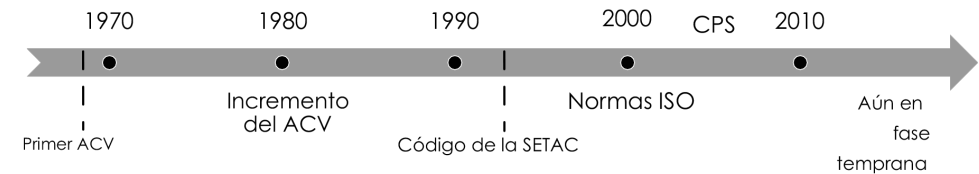


Figura 4. Línea del tiempo del desarrollo de la metodología de ACV

Fuente: Análisis del ciclo de vida de materiales de construcción convencionales y alternativos. (Maza González, 2012, p. 27).

### 2.2.2. Normativa ISO 14040 a la 14048.

La Organización Internacional de Estandarización (ISO), entre los años 1997 y el 2006, propone una serie de métodos, procedimientos, terminologías y estándares para la aplicación y homogeneización del ACV. Cada una de estas normativas describe los pasos para la realización del Análisis de Ciclo de Vida (Gil García, 2012b, p. 10). Entre las normativas desarrolladas por la Organización Internacional de Estandarización tenemos:

#### ISO 14040 Definición del objetivo y alcance.

La ISO 14040 es una norma internacional que detalla los requisitos para la realización de un Análisis de Ciclo de Vida, abordando dentro de la misma un marco teórico sobre los principios y fases de un ACV y a su vez sobre conceptos generales de un sistema de producto. Propone una metodología dentro de la cual se encuentra el Inventario de Ciclo de Vida (ICV) y la evaluación del impacto de Ciclo de Vida (EICV), los mismos que son utilizados en el cálculo de emisiones y energía incorporada.



### **ISO 14041** Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (1998).

La ISO 14041 detalla la fase de recolección de datos para la cuantificación de entradas y salidas del sistema de producto estudiado. Se definen los flujos de materiales así como de energía resultado del proceso con el fin de determinar emisiones al medioambiente que pueden llegar a ser en forma de gas, líquidas y sólidas (Gil García, 2012b, p. 12).

### **ISO 14042** Evolución del Impacto del Ciclo de Vida (2000).

La finalidad de la ISO 14042 es convertir la información recolectada en datos interpretables, es decir, traducir la información en impactos ambientales (emisiones, recursos consumidos, etc.). Se propone la valoración de impactos a través de una suma ponderada para obtener un índice de cada producto, definiendo los tipos de emisiones y sus características. Entre los tipos de emisiones tenemos el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrógeno) y COV (Compuestos Orgánicos Volátiles).

### **ISO 14043** Interpretación de los resultados (2000).

La norma ISO 14043 detalla los diferentes aspectos a tomar en cuenta para la interpretación de resultados, entre ellos:

- Identificar los puntos débiles y fuertes del caso de estudio.
- Cumplimiento y alcance de los objetivos establecidos en la primera etapa.
- Validar la información
- Detalle de aplicaciones y límites
- Aplicación a otros estudios.

### **ISO 14044** Metodología para el análisis de inventario (2006).

La norma ISO 14044 detalla una metodología para el análisis de inventario, en la que se propone lo siguiente:

- Definición de objetivos y alcances.
- Preparación para la recolección de datos.
- Recolección de datos.
- Validación de Datos
- Relación de datos a procesos unitarios.
- Relación de datos a unidad funcional.

### **ISO 14048** Formato de documentación de datos. (2002)

Esta norma contiene las especificaciones técnicas sobre los requerimientos y formato para la documentación con la finalidad de tener un entendimiento claro y evitar ambigüedades.

## 2.2.3. Metodología del ACV.

### 2.2.3.1. Introducción.

El ACV es una técnica desarrollada para identificar el desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su vida, ayudando con esto a la contribución de información a las diferentes industrias u organizaciones. En la Figura 4 se muestra las etapas del ciclo de vida de los productos, procesos y actividades. Esta información puede ser utilizada en el mejoramiento de procesos y planificación, optimizando la elaboración del producto reduciendo emisiones y energía.

Un Análisis de Ciclo de Vida tiene como objetivo el cálculo, cuantificación y evaluación de los flujos de sistema es decir de las entradas (materia y energía) y de las salidas (productos, co-productos, emisiones al aire, agua o suelo), para posteriormente evaluar el impacto al medio ambiente (Maza González, 2012).



Figura 5. Etapas del ciclo de vida de los productos, procesos y actividades

Fuente: Análisis del ciclo de vida de materiales de construcción convencionales y alternativos. (Maza González, 2012, p. 25).

### 2.2.3.2. Metodología para el Análisis de Ciclo de Vida.

Mediante la metodología del ACV se puede determinar aspectos ambientales e impactos relacionados a un producto, para esto es necesario en primer lugar realizar una compilación y cuantificación de entradas y salidas dentro de un sistema de producto. Una vez realizado este proceso se evalúa los impactos relacionados a dichas entradas y salidas para continuar con la interpretación de los resultados.

La Norma ISO 14040 estipula la metodología para el ACV en las siguientes fases:

- Definición del Objetivo y Alcance:

En esta etapa se determina el sistema de producto a estudiar, los límites así como el objetivo del mismo. Esta etapa es clave ya que condiciona las siguientes fases.

- Inventario de Ciclo de Vida (ICV):

En esta fase se lleva a cabo la cuantificación de todas las entradas y salidas de energía y materia, así como de las emisiones al aire, al agua o al suelo. Estas emisiones deben estar previamente definidas en el sistema ya que las mismas pueden generar alteraciones e impactos al medio ambiente.

- Evaluación de impactos (EICV):

Dentro de esta etapa se valora todos los datos obtenidos en el ICV y estos son traducidos a impactos ambientales. Esta fase se rige a un

proceso ya establecido, el mismo que inicia con la definición de categorías de impacto, seguido a esto se lleva a cabo la caracterización de datos mediante un software y finalmente se realiza una comparación mediante valoraciones y normalizaciones.

- Interpretación:

En este punto se realiza las conclusiones y recomendaciones para las fases anteriores. Se identifica que etapas o procesos tienen mayor impacto ambiental y como se podría mejorar las mismas.

### 2.2.3.3.Objetivos.

En esta etapa se determina el sistema de producto a estudiar, los límites así como el objetivo del mismo. Esta etapa es clave ya que condiciona las siguientes fases. Entre los objetivos que un ACV podría alcanzar tenemos:

- Determinar el impacto generado al medioambiente, mediante la determinación del CO2 emitido durante un proceso de producto.
- Comparar estudios con el fin de verificar resultados
- Proponer mejoras en procesos con el fin de reducir el impacto generado.

### 2.2.3.4.Alcance del Estudio.

El alcance de un ciclo de vida consiste en delimitar el estudio según las etapas o fases que un material atraviesa desde el momento de la extracción de recursos hasta el fin de vida o reciclaje del producto.

Un material al completar todo su ciclo, es decir, desde el momento de la extracción de materia prima, hasta el fin de su vida útil, su alcance es de Cuna a Tumba. Cuando el análisis se limita a estudiar desde la extracción de materia prima hasta la fabricación del producto, el alcance es de Cuna a Puerta. Si el estudio está limitado únicamente al proceso de fabricación, el alcance es de Puerta a Puerta y se lo observa en la Figura 5.

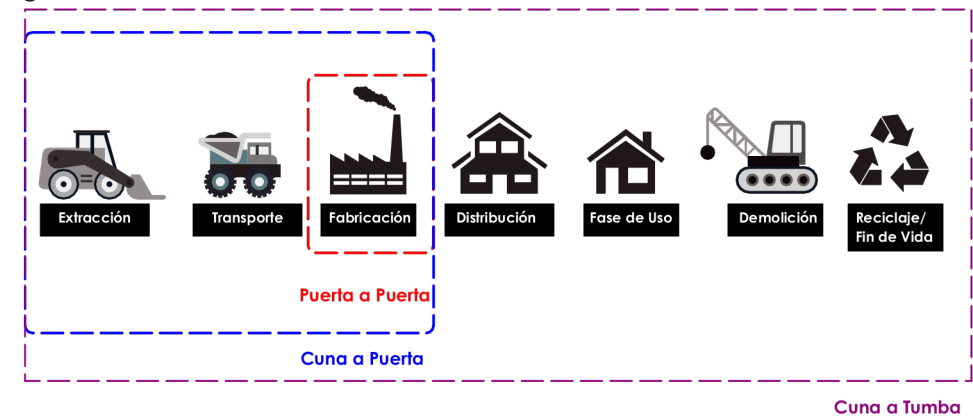


Figura 6. Alcance del ciclo de vida  
Fuente: Autores

### 2.2.3.5.Unidad Funcional.

La Unidad funcional es un elemento fundamental en el ACV, debido a que el cálculo se realizará en función de la misma. La importancia de esta unidad radica en que se puede comparar diferentes sistemas de producto que mantengan las mismas funciones y verificar que los balances sean válidos.

### 2.2.3.6. Sistema de Producto

Para entender un sistema de producto es necesario comprender el proceso o actividad para la elaboración del mismo. Todo sistema de producto mantiene la siguiente metodología:

- El Sistema debe tener un inicio y un fin es decir un ciclo de vida.
- El Sistema debe estar relacionado con otros sistemas a lo que se lo denomina un flujo de producto
- El Sistema a su vez se divide en procesos unitarios que se relacionan entre sí, y a esto se lo denomina flujos de producto intermedio.
- El Sistema que durante su existencia toma recursos así como expulsa residuos al ambiente, a esto se lo llama flujos elementales.

Esta visión es denominada sistema de producto y se la aprecia en la Figura 6.

*“La división de un sistema del producto en los procesos unitarios que lo componen facilita la identificación de las entradas y salidas del sistema producto. En muchos casos, algunas de las entradas se utilizan como un componente del producto resultante. Mientras que otras (entradas auxiliares) se utilizan dentro de un proceso unitario pero no forman parte del producto resultante. Un proceso unitario también genera otras salidas (flujos elementales y/o productos) como resultado de sus actividades.” (ISO 14040 AEN/CTN 150, 2006, p. 10).*

Para tener una visión más clara sobre lo que la norma nos quiere decir respecto a los flujos de producto, se mencionaran cuales son y algunos ejemplos de los mismos.

Tenemos diferentes clases de flujos en el sistema de producto entre ellos: flujos elementales que entran o salen del proceso unitario, flujos

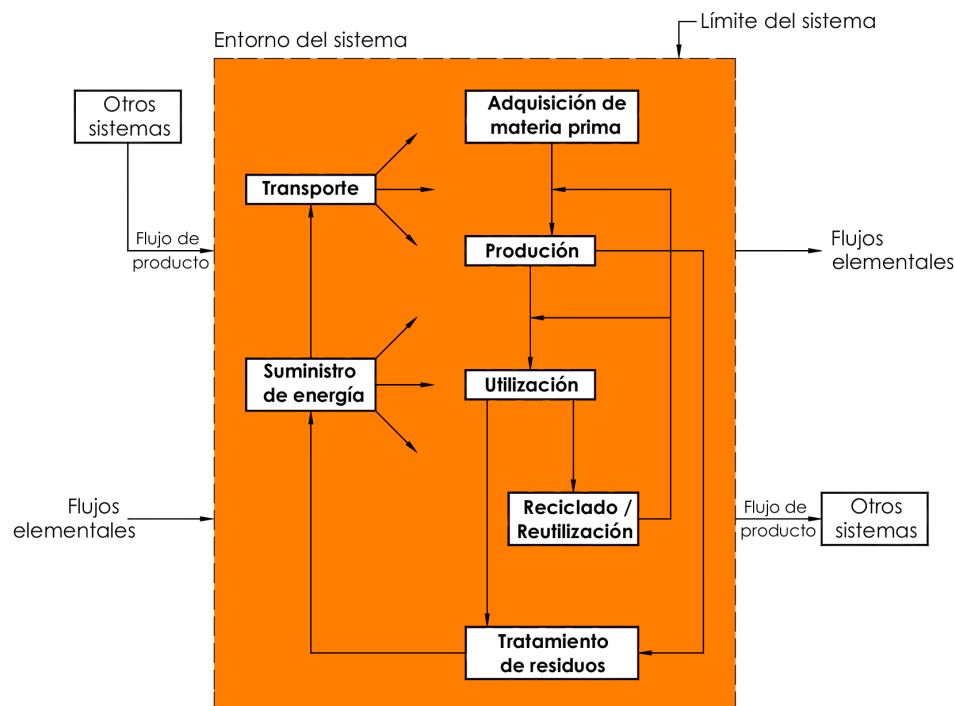


Figura 7. Ejemplo de un sistema del producto para el ACV

Fuente: Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. ISO 14040 AEN/CTN 150. (2006, p. 10)

de producto intermedio y flujos de producto de entrada y salida del sistema indicados en la Figura 6.

- Algunos flujos elementales que entran al proceso unitario podríamos mencionar: Petróleo crudo, radiación solar.
- Flujos elementales que salen del proceso unitario podrían ser: Emisiones de Aire, vertidos al agua o suelo, radiación.
- Entre los Flujos de producto intermedio encontramos: Materiales básicos y piezas de ensamble. Flujos de producto que entran o salen del sistema: Material reciclado y componente que pueden ser reutilizados.

## 2.2.4. Inventario de ciclo de vida (ICV).

El Inventario de ciclo de vida (ICV), es una base de datos recolectada a partir de los flujos de sistema de entrada y salida (combustibles, emisiones, materiales), durante la vida del material. En esta fase se procede con la obtención de datos así como con el cálculo de emisiones (CO<sub>2</sub>) y energía incorporada en relación de la unidad funcional. En la Figura 7, se puede apreciar el esquema simplificado para el ICV (Maza González, 2012, p. 39).

- Recopilación de datos: Es el repertorio de datos de entrada (energía, materia prima) y de salida (emisiones, vertidos, producto final) por cada proceso unitario.
- Validación de datos: Para una validación de datos, es necesario tener certeza de los mismos y deben ser analizados según su representatividad. Los datos recolectados por simple estimación serán menos representativos.
- Relación de datos: Tiene que existir una relación entre los flujos de pro-

cesos y la unidad funcional. La suma de entradas y salidas deben ser afines al objetivo principal.

- Ajuste de los límites del sistema: Estos límites deben estar basados según su importancia, es decir se puede incluir procesos, entradas o salidas que sean relevantes o excluirlas.

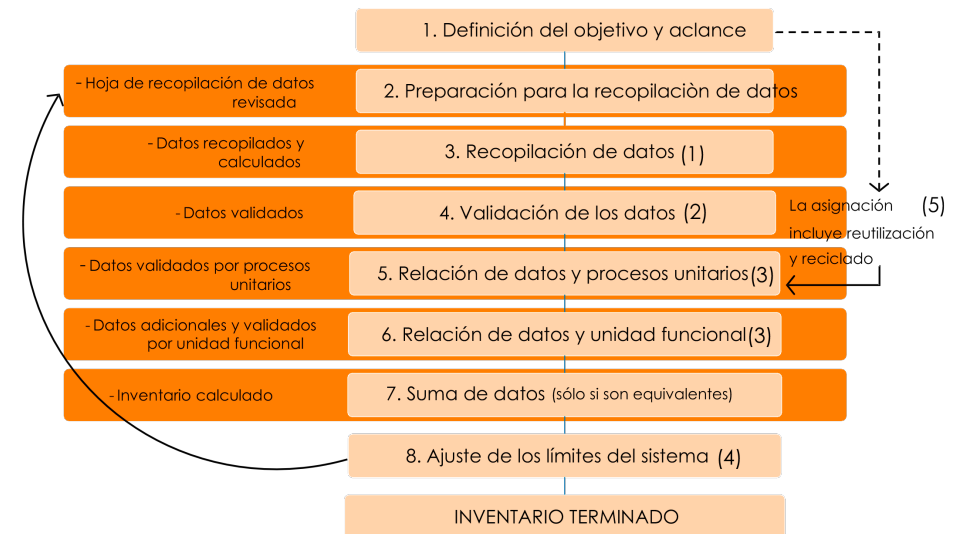


Figura 8. Procedimientos simplificados para el análisis del inventario

Fuente: Análisis del ciclo de vida de materiales de construcción convencionales y alternativos. (Maza González, 2012, p. 38).



## 2.3.Contexto Nacional y Local.

### 2.3.1.Sector de la Construcción en Ecuador.

El sector de construcción en el Ecuador, es uno de los principales motores activos de la economía y mantiene relación con las ramas comerciales, industria y servicio. El crecimiento de la economía y la construcción tienen una relación directa por lo que, si la economía entra en recesión, la construcción es uno de los sectores más afectados y si la economía se encuentra en bonanza, la construcción mantiene una actividad alta (Naranjo, 2011, p. 6).

Según el Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES, a partir del año 2000, la construcción ha tenido un desarrollo y una recuperación debido a ciertos factores y cambios que vivió el país. Entre estos factores tenemos:

- Cambio del sistema monetario de sucre a dólar.
- Aumento en la demanda de vivienda
- Aumento en las inversiones en bienes debido a la desconfianza en el sistema monetario.
- Los ahorros por jubilaciones se destinaron a la compra de bienes inmuebles.
- El dinero enviado por los emigrantes se destinó en su mayoría a la compra de vivienda.

El manejo adecuado de los recursos en la construcción (humanos, monetarios, materiales), es fundamental en el desarrollo de economía según la Figura 8. Manejar correctamente el recurso monetario que proviene de inversiones privadas y bancos, así como gestionar con trabajadores dinamiza el sector constructivo.

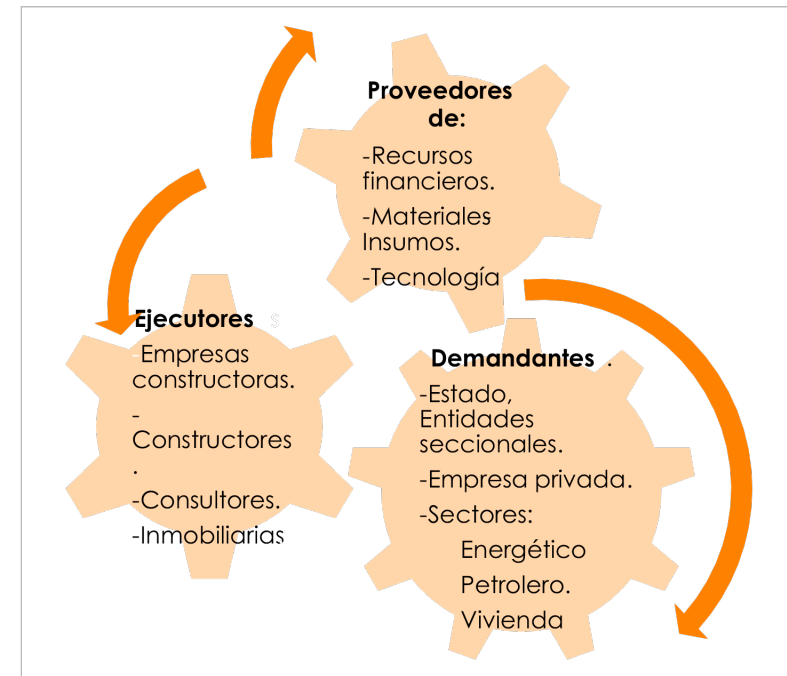


Figura 9. Actores que intervienen en el Sector de la Construcción

Fuente: El sector de la construcción y la economía ecuatoriana período 2007-2013. (Echeverría Maggi, 2015, p. 15)

El sector de la construcción, según datos del Banco Central, durante el periodo 2013 representó el 11.25% del Producto Interno Bruto (PIB), siendo el cuarto sector industrial de mayor aporte.

Desde el año 2000 el presupuesto para construcción ha aumentado, y según cifras del banco central indicadas la Tabla 10, demuestran que se ha realizado una inversión considerable en este sector.





Período / Industrias	Construcción
2000	906.170
2001	1.416.427
2002	1.731.878
2003	1.896.306
2004	2.415.654
2005	2.925.666
2006	3.638.976
2007	4.016.663
2008	5.394.324
2009	5.927.782
2010	6.312.270
2011	8.104.555
2012	9.547.291

Tabla 10. Producto Interno Bruto por Construcción  
Fuente: Informe del Banco Central.

A partir del periodo presidencial del Econ. Rafael Correa Delgado desde 2007 a 2013, la construcción ha tenido un desarrollo y avance positivo en el Ecuador debido al trabajo del gobierno según el Plan Nacional del Buen Vivir, según se observa en la Tabla 10. La ejecución de programas de desarrollo para vivienda ha sido uno de los ejes para dinamizar la economía. El estado, mediante el programa “Bono de Vivienda”, ha incentivado a la gente para la compra o el mejoramiento de vivienda (Echeverría Maggi, 2015, p. 32).

## 2.3.2.Ladrillo como material principal en la construcción de Cuenca.

### 2.3.3.Sector Ladrillero en el cantón Cuenca.

La ciudad de Cuenca a lo largo de su historia se ha caracterizado por el uso de materiales cerámicos en la construcción de viviendas y edificios. El ladrillo es uno de los materiales más representativos ya que su uso es evidente en obras de magna importancia en el contexto patrimonial de la ciudad.

Gómez (2013) en su tesis “Estudio y análisis de nuevas tipologías de ladrillos inducidos en Cuenca para la aplicación en la autoconstrucción”, realiza un estudio y levantamiento de edificaciones de carácter patrimonial en la ciudad de Cuenca enfocándose en aquellas donde se utilizó ladrillo como material principal. Entre algunos ejemplos podemos encontrar:

- La Catedral de la Inmaculada, la misma que fue llevada a cabo por el hermano alemán Juan Bautista Stiehle quien fue el encargado del diseño y elaboración de planos. La obra tardaría alrededor de 100 años en ser casi concluida ya que faltan dos cúpulas, las mismas que por falta de tecnología y conocimiento estructural no se pudieron colocar. Se muestra en la Figura 9.
- El Colegio Benigno Malo es otro ejemplo del uso de ladrillo en la ciudad en el siglo XVII. La obra fue trazada por el Arquitecto Luis D.Barba, cuyo diseño Renacentista Francés tuvo que ser adecuado para las necesidades de la época. El edificio se ubica en la Av. Solano y se ha convertido en símbolo de nuestra ciudad según se muestra en la Figura 10. La edificación se construyó casi en su totalidad en ladrillo visto, aunque el



*Figura 10. Fotografía de La Catedral de la Inmaculada*

*Fuente: <https://www.flickr.com/photos/bernai-velarde/1351904985/sizes/l>*



*Figura 11. Fotografía del Colegio Benigno Malo*

*Fuente: <https://www.flickr.com/photos/eltiempocuencaweb/15971449082/sizes/l>*

Obras tales como el Orfanatorio Antonio Valdivieso en la Figura 11, la Antigua Escuela de Medicina de la ciudad de Cuenca, son otros ejemplos en donde el uso del ladrillo toma importancia.

Tapia y Torres (2014) en su tesis “Utilización del ladrillo en acabados constructivos”, realizan un levantamiento de edificaciones modernas dentro de la ciudad de Cuenca, en donde mencionan algunos ejemplos que datan desde los años 70 hasta edificaciones previas a la época. Entre algunos ejemplos podemos encontrar:

- Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca, (1973). Álvaro Malo, arquitecto y maestro, plantea el diseño de la facultad de arquitectura, siendo uno de los primeros edificios en ladrillo visto en la parte baja del río Tomebamba. Esta edificación es un ejemplo de arquitectura moderna en la ciudad de Cuenca no solo por el uso de material cerámico como elemento formal sino por brindar una armonía y un carácter particular con el uso del ladrillo y se la aprecia en la Figura 12.
- Casa Malo Martínez, (1974). El Arquitecto Rafael Malo propone una vivienda de planta rectangular sencilla, en donde la horizontalidad y las chimeneas existentes crean ambientes interrelacionados. Una arquitectura con influencia de Frank Lloyd Wright.
- Casa Cristóbal Tamariz, (1980). El Arquitecto Cristóbal Tamariz concibe una edificación organizada en conjuntos de tres volúmenes a diferentes alturas. El uso del ladrillo en su construcción y formalidad es notorio en los muros, balcones, escaleras, pisos, dinteles, etc.
- Casa Cordero Malo, (1986). El Arquitecto Honorato Carvallo, exponente de la arquitectura moderna cuencana, diseña una edificación con materiales cerámicos como el ladrillo para guardar el legado de costumbres





Figura 12. Fotografía de la Antigua Escuela de Medicina de la ciudad de Cuenca  
Fuente: <https://www.flickr.com/photos/jirka-photos/51637148/in/photolist-5yDVE-ecQkdF/>



Figura 14. Fotografía de la Cordero Malo  
Fuente: Utilización del ladrillo en acabados constructivos (Propuesta morfológica). (Rosas Tapia & Torres Maldonado, 2014, p. 49)



Figura 13. Fotografía de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca  
Fuente: <http://docomomo.ec/Obras/Cat%C3%A1logo-Digital/Facultad-de-Arquitectura-y-Urbanismo-Cuenca>



Figura 15. Fotografía de la Casa Hermida Palacios  
Fuente: Utilización del ladrillo en acabados constructivos (Propuesta morfológica). (Rosas Tapia & Torres Maldonado, 2014, p. 49)



y cultura de la ciudad. Una vivienda sencilla con un juego de cubiertas a dos aguas. Lo interesante de esta edificación es la mezcla de tecnologías, es decir, fue construida mediante una estructura pos tensada y se conjuga con lo tradicional del ladrillo. Se la aprecia en la Figura 14.

- Casa Hermida Palacios, (1991).El Arq. Javier Durán utiliza en su obra el ladrillo en su totalidad, desde muros estructurales portantes hasta elementos formales de la edificación y se aprecia en la Figura 15.

Luego de mencionar algunas de las obras en ladrillo de la ciudad de Cuenca, se puede concluir que este material cerámico es de gran uso e importancia en la construcción ya sea de vivienda, edificios en altura y hasta en planteles universitarios, siendo de uso diverso en la formalidad de las construcciones, es decir, desde usos estructurales, morfológicos, utilización en balcones, escaleras, pisos, dinteles, etc.

### 2.3.3.Sector Ladrillero a nivel Nacional.

De acuerdo a la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y por el estudio económico realizado por la empresa Altior Cia.Ltda; la actividad ladrillera a nivel nacional registra 1805 establecimientos dedicados a la producción de ladrillo. (Pacheco Solano, 2015, p. 41).

Las ladrilleras a nivel nacional han sido clasificadas según el CENEC, de acuerdo al tipo de empresa según lo indica la Tabla 11.

En Ecuador existen en funcionamiento 1805 establecimientos desde micro empresa hasta empresas grandes, dedicados a la fabricación de ladrillo. El 95% de las fábricas son micro empresas, las cuales perciben el 36.09% de las ventas. El 3.32% pertenecen a empresas pequeñas

y perciben un total de ventas del 31.005%. Las empresas medianas y grandes se encuentran en menor cantidad.

De acuerdo a la Tabla 12, 1730 establecimientos a nivel nacional funcionan con menos de 10 empleados; 60 establecimientos funcionan con un grupo de 11 a 49 empleados. Las empresas medianas y grandes utilizan grupos de 50 hasta más de 200 empleados, pero la cantidad de las mismas no superan las 15.

Total de ladrilleras					
TIPO	EMPLEADOS	ESTABLECIMIENTOS	% DEL TOTAL DE ESTABLECIMIENTOS	TOTAL DE INGRESOS ANUALES PERCIBIDOS	% TOTAL DE VENTAS
MICRO EMPRESA	Menos de 10	1730	95,84%	186.959.603	36,09%
PEQUEÑA EMPRESA	11 a 49	60	3.32%	160817494	31,05%
MEDIANA EMPRESA	50 a 199	11	0,61%	41.606.657	8,03%
GRANDE	200 o más	4	0,22%	128.605.603	24,83%
	<b>TOTAL</b>	1805		517.989.557	

Tabla 11.Las ladrilleras a nivel nacional según el tipo de empresa.

Fuente: Análisis y determinación de los precios de comercialización de la industria ladrillera de tipo mecanizada del cantón cuenca. Caso práctico LADEKSA año 2014.(Pacheco Solano, 2015, p. 42).

PERSONAL OCUPADO AGRUPADO				
PROVINCIAS	Menos de 10	11 a 49	50 a 199	200 o más
AZUAY	208	14	1	2
BOLÍVAR	20	0	0	0
CAÑAR	50	1	0	0
CARCHI	24	0	0	0
COTOPAXI	283	3	0	0
CHIMBORAZO	175	1	1	1
EL ORO	77	4	0	0
ESMERALDAS	27	1	0	0
GUAYAS	95	8	5	0
IMBABURA	84	2	0	0
LOJA	145	3	1	0
LOS RIOS	29	0	0	0
MANABÍ	45	2	0	0
MORONA SANTIAGO	20	0	0	0
PASTAZA	4	0	0	0
PICHINCHA	270	15	3	1
TUNGURAHUA	93	2	0	0
ZAMORA CHINCHIPE	21	0	0	0
GALÁPAGOS	6	0	0	0
SUCUMBOS	6	2	0	0
ORELLANA	3	0	0	0
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	34	2	0	0
SANTA ELENA	11	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1730</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>4</b>

Tabla 12. Clasificación de personal por Provincias.

Fuente: Análisis y determinación de los precios de comercialización de la industria ladrillera de tipo mecanizada del cantón cuenca. Caso práctico LADEKSA año 2014. (Pacheco Solano, 2015, p. 43).

### 2.3.4. Sector Ladrillero en el cantón Cuenca.

En la tesis “Estudio y análisis de nuevas tipologías del ladrillo introducidas en Cuenca para la aplicación en la autoconstrucción” publicada en el 2013, se identifica las diferentes ladrilleras en la ciudad de Cuenca, su ubicación y tipologías. Se menciona que en la ciudad de Cuenca ha existido producción de ladrillo artesanal desde hace algún tiempo atrás y que estas ladrilleras se han consolidado en las afueras de la ciudad en los sectores de: Sinincay, Bellavista, Sayausí, etc.

Según un levantamiento realizado por la IERSE en Cuenca, se encuentran un total de 601 ladrilleras, localizadas en las diferentes parroquias de la ciudad expresadas en la Tabla 13.

UBICACIÓN DE LADRILLERAS EN EL CANTÓN CUENCA	
Bellavista	Alisos
Racar	Pampa de Rosas
Pan de Azúcar	El Chorro
La dolorosa de Balzay	Cochas
San José de Balzay	Sigchos
Los Lirios	El Salado
Sinincay	Tixan
La dolorosa de Sinincay	

Tabla 13. Ubicación de las ladrilleras en el cantón Cuenca

Fuente: Estudio y análisis de nuevas tipologías de ladrillos introducidos en Cuenca para la aplicación de la Autoconstrucción. (Gómez Ortiz, 2013, p. 92)



GOMEZ (2013) menciona en su estudio que existen diferentes tipos de ladrilleras en el Cantón Cuenca e identificó alrededor de 601, entre ellas: Ladrilleras Artesanales, Semi-Industriales, Industriales, Hornos, Secaderos. En la Tabla 14 se detalla los diferentes tipos de ladrilleras así como la cantidad de las mismas según un levantamiento realizado por el grupo Suizo SWISSCONTACT.

El Proyecto de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales (EELA), realizó un levantamiento geo referenciado de las ladrilleras ubicadas en el cantón Cuenca en 2010 y es el estudio más actualizado hasta la fecha y se lo aprecia en la Figura 16. Según este levantamiento, la mayoría de las ladrilleras se encuentran en el sector norte del cantón, en las parroquias Sinincay, Sayausi y San Sebastián.

TIPOS DE LADRILLERAS EN EL CANTÓN CUENCA	
TIPO	Cantidad
Ladrillera Artesanales	499
Ladrillera Semi-industriales	40
Ladrillera Industriales	5
Hornos	53
Secaderos	4
Total	601

Tabla 14. Tipos de Ladrilleras en el cantón Cuenca.

Fuente: Estudio y análisis de nuevas tipologías de ladrillos introducidos en Cuenca para la aplicación de la Autoconstrucción. (Gómez Ortiz, 2013, p. 92).

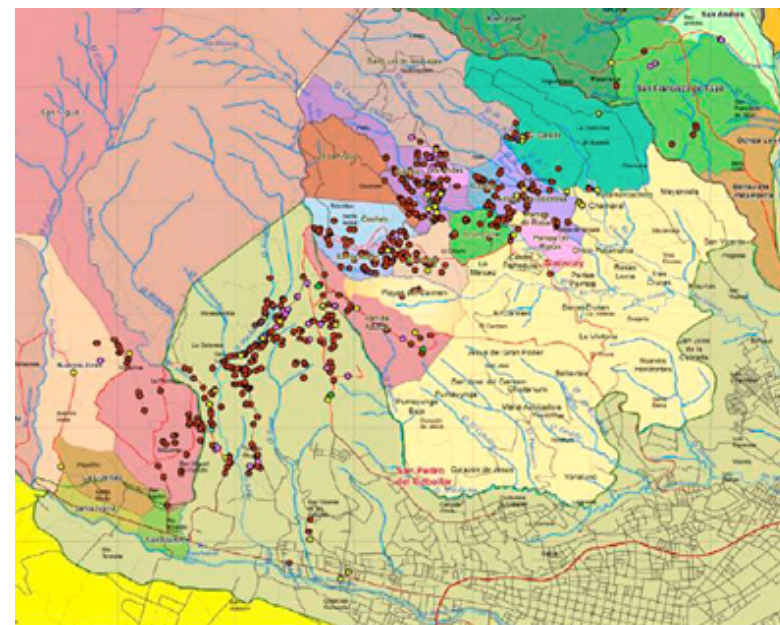


Figura 16. Levantamiento geo referenciado de las fábricas de ladrillo en el cantón Cuenca

Fuente: Análisis y determinación de los precios de comercialización de la industria ladrillera de tipo mecanizada del cantón cuenca. Caso práctico LADEKSA año 2014. (Pacheco Solano, 2015, p. 44).



## **2.4. Esquema de Producción de Ladrillos en el Cantón Cuenca.**

### **2.4.1. Obtención de Materia Prima.**

En el proceso artesanal de fabricación de ladrillo, la extracción de materia prima (arcilla), se la realiza manualmente utilizando herramientas como picos, palas y movilizándolo en carretillas. En la Figura 17, podemos apreciar el proceso de extracción manual.

En un proceso semi mecanizado, la extracción de materiales se la realiza mediante la ayuda de volquetas y retroexcavadoras debido a que el volumen de material que se maneja es mayor que en un proceso artesanal y se lo aprecia en la Figura 18.



*Figura 17. Proceso manual para la extracción de arcilla*

*Fuente: Optimización del proceso de mezcla de arcilla para la producción de ladrillos, en el sector artesanal. (Alvarez Guerrero, 2014, p. 17).*



*Figura 18. Extracción de arcilla con maquinaria.*

*Fuente: Optimización del proceso de mezcla de arcilla para la producción de ladrillos, en el sector artesanal. (Alvarez Guerrero, 2014, p. 18).*

### **2.4.2. Proceso de batido de la arcilla.**

En un proceso artesanal, se debe verificar la calidad de las partículas de arcilla a batir, retirando piedras pequeñas o cualquier material ajeno, y mediante herramienta menor (picos y palas), disgregar dichas partículas. Cuando estas partículas han sido verificadas y disgregadas son mezcladas con agua y depositadas en noques, donde se realiza el batido mediante fuerza animal de bueyes o caballos (Figura 19). El tiempo estimado de mezcla es de 6 a 8 horas mediante el pisoteo de animales. En un proceso semi mecanizado, la mezcla se la realiza con una batidora de arcilla que puede funcionar con energía eléctrica o combustible (Figura 20). El Proyecto de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales (EELA), ha proporcionado este tipo de maquinaria en el Ecuador para una mejora de procesos. (Alvarez Guerrero, 2014, p. 21).



*Figura 19. Batido de arcilla mediante pisoteo de bueyes.  
Fuente: (Alvarez Guerrero, 2014, p. 19)*



*Figura 20. Batido de arcilla mediante maquinaria.  
Fuente: (Alvarez Guerrero, 2014, p. 21)*

### **2.4.3. Proceso moldeado y perfilado.**

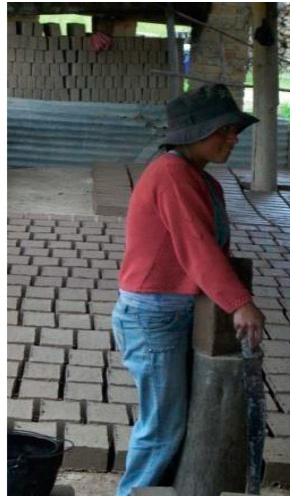
Para el moldeado de ladrillo artesanal, la arcilla que ha sido batida en noque es trasladada en carretas hacia el secadero donde se adiciona aserrín para absorber el agua remanente. Se utiliza moldes de madera en donde se deposita la mezcla para que el ladrillo tome forma y estos, son retirados y reutilizados.

Este proceso tradicionalmente ha sido realizado por las mujeres, y los hombres se encargan del acarreo del material. El resultado por jornada de trabajo es alrededor de 700 ladrillos y se lo parecía en la Figura 21. (Alvarez Guerrero, 2014, p. 22)

Se procede al almacenamiento y secado de la arcilla moldeada durante un periodo de 15 días. Transcurrido este tiempo se procede al raspado y perfilado del ladrillo crudo artesanal con machete o trazas de madera rectangulares procurando eliminar irregularidades. Este proceso por tradición lo han realizado las mujeres y niños de la familia con una producción de 500 a 600 ladrillos por jornada laboral.

El proceso de moldeado del ladrillo semi mecanizado se lo realiza con extrusoras que a su vez se encuentran conectadas a las batidoras creando un sistema unificado de proceso según la Figura 22. Estas extrusoras trabajan con moldes, los mismos que pueden ser utilizados en función del tipo de ladrillo.





*Figura 21. Moldeado y perfilado de ladrillo artesanal.  
Fuente: (Alvarez Guerrero, 2014, p. 21)*



*Figura 22. Proceso de batido, extrusión y corte  
Fuente: Autores*

#### **2.4.4. Proceso de secado del ladrillo.**

El secado de ladrillo se lo realiza con el objetivo de reducir la humedad y evitar fisuras al momento de la quema. El tiempo de secado es variable en función de las condiciones climáticas, en condiciones favorables puede durar de diez a quince días y aplazarse hasta tres meses en climas desfavorables.

Los fabricantes construyen sus propios secaderos con materiales como madera, ladrillo y cubierta de teja, zinc o de policarbonato que han resultado eficientes para el secado del material y se lo aprecia en la Figura 23. Este proceso es similar en las ladrilleras artesanales como en las semi mecanizadas.



*Figura 23. Proceso de almacenaje y secado de ladrillo.  
Fuente: Autores*

#### **2.4.5. Proceso de quema del ladrillo.**

El proceso de quema en ladrilleras artesanales y semi mecanizadas es similar pero la diferencia radica en la mejora de proceso para la reducción de contaminación ambiental y transporte mecanizado en ladrilleras semi mecanizadas.

El proceso comienza con el traslado de los ladrillos secos al horno y se lo realiza de forma manual o con mini cargadoras dependiendo el proceso. Para la quema se necesita un tiempo estimado de 18 a 24 horas dependiendo del clima y el tipo de combustible. (Alvarez Guerrero, 2014, p. 29).

Se emplea madera seca como ramas, tiras delgadas o leña para la combustión del horno según muestra la Figura 24. Es necesaria una ventilación que alimente el fuego para una quema homogénea y pareja. Una vez finalizado el tiempo de quema, se sella la abertura de alimentación de combustible utilizando ladrillo crudo o arcilla batida. Luego de transcurrir unos días, se realiza la descarga y almacenaje de material para su posterior comercialización.



*Figura 24. Proceso para la quema de ladrillo.*

*Fuente: (Alvarez Guerrero, 2014, p. 21)*



## Capítulo 3

### 3.CASO DE ESTUDIO.

#### 3.1.Parroquia Sinincay.



Figura 25.Actividad ladrillera en el la Parroquia Sinincay.

Fuente: (Junta Parroquial de Sinincay, 2008, p. 3)

#### 3.1.1.Información General de la Parroquia Sinincay.

En el año de 1852, Cuenca estuvo dividida en tres parroquias: La parroquia San Sebastián al norte, la parroquia de San Blas al sur y la Matriz ubicada en el centro de la ciudad. Los límites de estas tres parroquias no se encontraban definidos, razón por la cual las autoridades civiles y eclesiásticas forman una comisión mixta para tratar el problema y resolver la creación de nuevas parroquias con el fin de mejorar la organización de la ciudad. (Cabrera Palacios, 2008)

Sinincay fue fundada el 5 de febrero de 1853, y desde ese entonces deja de ser considerada un anejo de San Sebastián para convertirse en una parroquia de la ciudad de Cuenca. La nueva comisión determinó que la nueva parroquia estaba compuesta por una población de 1600 indígenas y 100 blancos.

Desde la época colonial este sitio era conocido como ayllu de Sinincay y en los registros de parroquia San Sebastián existe un libro aparte para esta región.

El informe dice así: “La parroquia de San Sebastián compréndase desde donde principia la plazuela, por parte de la ciudad, hasta el lindero con Gualleturo bajo el cual, queda el anejo Sayausí, por un lado, Río Matadero que remata en la cuadra del señor Argudo, y, por el otro, hasta deslindar con Sinincay en la quebrada de Milchichig, quedando los Racares dentro de los límites de San Sebastián” (Cabrera Palacios, 2008).

Para que la fundación sea efectiva, la comisión mixta civil y eclesiástica tuvo que sujetarse a un trámite que trate los siguientes aspectos: En el trámite eclesiástico se estableció que los señores párrocos po-



dían ejercer derechos en las parroquias siempre que se respeten las jurisdicciones vecinas.

En cuanto al trámite civil, la comisión mixta debía elaborar una serie de documentos legales que justifiquen la fundación de nuevas parroquias, los mismos que debían ser enviados al Ejecutivo para que los apruebe.

Cumplidos estos requisitos se esperaba la decisión del Presidente Dr. Jose Maria Urbina, quien luego de un minucioso estudio aprueba la creación de la nueva parroquia de Sinincay, desmembrándola de San Sebastián.

### **3.1.1.2.Fundación Canónica de Sinincay.**

La fundación canónica de la parroquia data del año de 1853, el obispo Franciscano monseñor José María Plaza decreta que Sinincay sea una parroquia Eclesiástica, su párroco fundador fue el Sr. Dr. Nicolás Cisneros, sus Patrones y Padrinos fueron: Patrona Principal o Titular fue Nuestra Señora de la Visitación y también San Francisco de Asís.

El 22 de Mayo de 1909 por decreto del Señor Obispo Manuel María Polit y siendo párroco el Señor Luis A. Granda, a Sinincay se lo denominó parroquia de San Francisco de Sinincay. A partir de ésta fecha se inscriben todos los Bautismos, Matrimonios, y Defunciones con este nombre.

Significado: El nombre Sinincay significa “Quebrada Honda”.

### **3.1.1.3 Ubicación Geográfica.**

La parroquia Sinincay se encuentra ubicada al norteste del Cantón Cuenca aproximadamente a 7km, a una altura de 2550m sobre el nivel del mar cuya extensión es de 28.8 km<sup>2</sup> representando el 0.9 % del territorio del cantón Cuenca (Cabrera Palacios, 2008).

Sinincay se encuentra limitada al norte la parroquia de Chiquintad, al Sur con el Cebollar, al Este por Ricaurte y la parroquia urbana del Vecino, y al Oeste la parroquia de Sayausí (Cabrera Palacios, 2008).

La Temperatura anual en el sector varía entre los 10 y 12 grados centígrados. El suelo de Sinincay es fértil por lo que es considerado de uso agrícola.

### **3.1.1.4.Orografía.**

Montañas y Cerros:- Misirrinri, Cordillera de Pizarro (que viene desde Chiquintad y termina en Sinincay), Pacacocha, Gampalay, Cajaloma, Loma de Sarar, Matiquilcana, Mama-Yracaca, Guagua – Yuracaca, Ardaguachana, Chilloguay, Cashapamba, Gualoquín, Sucus, Huandogusho, Tiopamba, Loma de Pólvora, Balaloma (bola en forma de tinaja parchada), Melgarrumi, Hierba Buena.

### **3.1.1.5.Hidrografía**

- Patamarca:Esta formado por varios arroyos que vienen desde León Playa (Chiquintad), Coles Huaico, Matiquilcana, Sucus. En el sector de Pacacocha se forma el río grande, este río está en el límite entre Sinincay y Chiquintad.



- Puraytiana: Es un llano grande con una vertiente, aquí nace el río Sinincay, luego se unen varios arroyos y forman el río Sinincay a la altura de Fondo Huaico.
- Negrillo: También está formado por arroyos y en el sector denominado Chulco, se forma un río.
- Chamana: El río Chamana a la altura de la Quebrada del Aliso se transforma en un río grande.

### 3.2. Aspectos Económicos.

La producción de ladrillo es una de las actividades que más fuentes de ingresos aportan a la economía de las familias mejorando la economía del sector debido a la generación de fuentes de trabajo. Esta no es la única de sustento a la que se dedican los habitantes de este sector, sino que también la Parroquia de Sinincay se caracteriza por sus actividades de carácter artesanal y cultural, además de las actividades de agricultura, ganadería y transporte.

Entre las distintas actividades podemos encontrar:

- El trabajo de Cerería: Sinincay ha demostrado ser un sector artesanal variado que aún mantiene la tradición, como es el caso de la elaboración de figurillas de cera dedicadas a votivas, cirios, velas, o ciertas figuras artísticas, para este efecto se requiere de variadas materias primas que intervienen en su producción como son: anilinas, purpurinas, cera fina, carbón, moldes y herramientas específicas para su elaboración.
- Tejido de Sombreros de Paja Toquilla: Esta constituye una actividad considerada como una de la más antigua de la zona y se mantiene en base a una tradición que durante el siglo 20 tuvo un auge y una caída. Este producto se dedicó a las exportaciones, pero que por problemas de comercialización y de baja de demanda, se desplazó hacia otras actividades económicas que generó mayor rentabilidad. En la actualidad

esta actividad tejedora, generalmente, está siendo asumida por el sector femenino, ya que se considera como una actividad complementaria para la economía del hogar y se lo aprecia en la Figura 26. Los sectores que mantienen todavía esta actividad se localizan en Rosas Loma, Mayamcela, Pampa Rosas, Tres cruces, Chicopatamarca, Perlaspamba, entre otros de menor importancia (Junta Parroquial de Sinincay, 2008).



*Figura 26. Tejido de Sombreros de Paja Toquilla*

*Fuente: Sinincay: Revista de la Junta Parroquial. (Junta Parroquial de Sinincay, 2008)*

- La Marmolería: Sinincay al ser una zona donde la producción artesanal se caracteriza por mantenerse en el tiempo, sus artesanos son habilidosos en dichas actividades. Se puede encontrar talleres de trabajo en mármol ya que esta actividad es característica del sector. Las planchas de mármol se apilan en diferentes tamaños y espesores para ser posteriormente trabajadas. Los marmoleros, cinceladores y maestros trabajan en la creación de figurillas de ángeles, animales, lapidas, trofeos. Esta actividad viene de los ancestros y se transmite

de padres a hijos. La mayoría trabaja de forma artesanal solo con la ayuda de cortadoras, cinceles y lijás y se lo puede ver en la Figura 27.



*Figura 27. Trabajo en Mármol por los Artesanos de Sinincay*

*Fuente: Sinincay: Revista de la Junta Parroquial. (Junta Parroquial de Sinincay, 2008)*

- **Actividades en Arcilla:** La parroquia de Sinincay es reconocida por ser pionera en el oficio de amasar el barro. De este sector sale la mayor parte de la producción de ladrillo que demanda Cuenca y otras ciudades vecinas. Esta actividad se desarrolla como herencia de los ancestros y pasa de generación en generación. Los artesanos de Racar, Santa Isabel, Conchas, Chorro, Aliso, Salado y Sigchococha han realizado esta actividad de forma manual durante años y se lo puede ver en la Figura 28. Con el paso del tiempo y por la demanda del material el proceso se ha vuelto semi industrializado hasta industrializado.



*Figura 28. Batido de la Arcilla mediante fuerza animal*

*Fuente: Sinincay: Revista de la Junta Parroquial. (Junta Parroquial de Sinincay, 2008)*

- **Ebanistería:** El diseño y construcción de muebles de madera es una de las actividades de los Artesanos del Carmen de Sinincay. Muchos de los artesanos son expertos en la elaboración de muebles, restauraciones de delicados y hermosos ornamentos. Los artesanos elaboran desde una mesa, hasta elementos más complejos como juegos de dormitorio, salas, comedores, armarios, es decir hacen desde los trabajos más sencillos y rústicos hasta los más finos y delicados según el presupuesto y gusto del cliente y se puede observar en la Figura 29.



Figura 29. Trabajos en madera para la elaboración de muebles

Fuente: Sinincay: Revista de la Junta Parroquial. (Junta Parroquial de Sinincay, 2008)

- La agricultura y crianza de animales: Este lugar no ha perdido aun la tradición agrícola ya que es una zona de terrenos fértiles en donde se puede sembrar con buena productividad el maíz, haba, fréjol, arvejas, verduras y hortalizas. Complementariamente la ganadería se mantiene en magnitudes aceptables sobre todo de animales como reces, ovejas y cuyes , así como de aves, gallinas, patos y pavos.

### 3.2.1. Métodos de comercialización de Ladrillo.

La comercialización en este sector ladrillero está cifrada de dos modalidades: directa e indirecta. La comercialización directa se da cuando el productor vende directamente al consumidor, sin intermediarios ni distribuidores, esta es la modalidad que tiene mayor presencia en esta actividad. La comercialización se da mediante el cliente y el ofertante

en donde se pactará el precio del producto, luego se deben llevar al lugar requerido en el cual se alquila un vehículo grande para su transportación y el costo del mismo varia ente los 60\$ - 75\$ dependiendo la cantidad y el lugar al cual se transporte. La comercialización indirecta se produce mediante intermediarios, que son personas que compran a su cuenta al productor y lo venden bajo este mismo concepto al consumidor final (Pangol Fabiola Y Tuba Mayra, 2014).

### 3.2.2. La producción en el sector Semi Mecanizado.

En la Figura 30, podemos ver que el modelo que más se produce con un 23% es el ladrillo panelón, con un 16% la teja cuadrada, y con un 11% los tochano de 6 y 4 huecos. Pues estos son los que más se venden ya que estos son utilizados en el área de la construcción y por eso su demanda es alta.

#### Modelos Fabricados

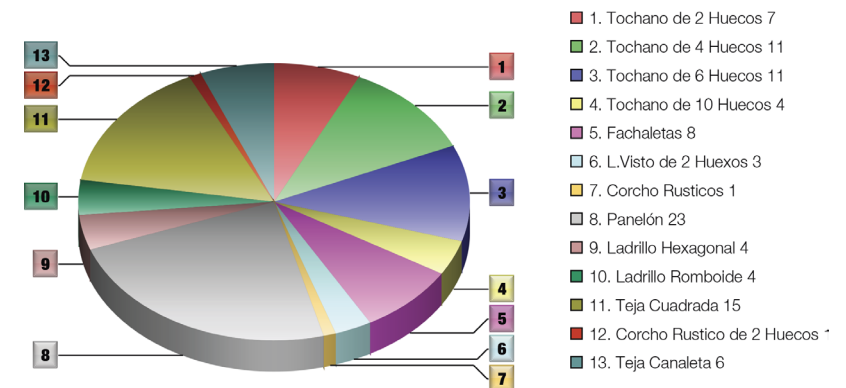


Figura 30. Tipos de modelos fabricados.

Fuente: Análisis Y determinación de los costos de la explotación, procesamiento, acabado y comercialización de ladrillo y teja de los diferentes talleres De La Parroquia Rural De Sinincay, Cantón Cuenca Año 2014. (Pangol Fabiola Y Tuba Mayra, 2014)



Tipo de Producto	Encuestados	Porcentaje
Tochano de 2 Huecos	5	7
Tochano de 4 Huecos	8	11
Tochano de 6 Huecos	8	11
Tochano de 10 Huecos	3	4
Fachaletas	6	8
L.Visto de 2 Huecos	2	3
Corcho Rusticos	1	1
Panelón	16	23
Ladrillo Hexagonal	3	4
Ladrillo Romboide	3	4
Teja Cuadrada	11	15
Corcho Rustico de 2 Huecos	1	1
Teja Canaleta	4	6
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Tabla 15. Tipos de productos fabricados.

Fuente: Análisis Y determinación de los costos de la explotación, procesamiento, acabado y comercialización de ladrillo y teja de los diferentes talleres De La Parroquia Rural De Sinincay, Cantón Cuenca Año 2014. (Pangol Fabiola Y Tuba Mayra, 2014)

En las ladrilleras semi mecanizadas o semi industriales los ingresos de las personas dedicadas a la producción del ladrillo es del 67%, y el restante 33% procede de otras actividades complementarias, por lo que no hay mayor diferencia con las ladrilleras artesanales como se observa en la Figura 31.

Los ingresos de los trabajadores del sector se estiman en promedios tanto de la producción ladrillera artesanal como la semi mecanizada de forma anual, en el sentido de que los ingresos de estos trabajadores no solo proceden de la actividad ladrillera sino que se complementan con otras actividades.

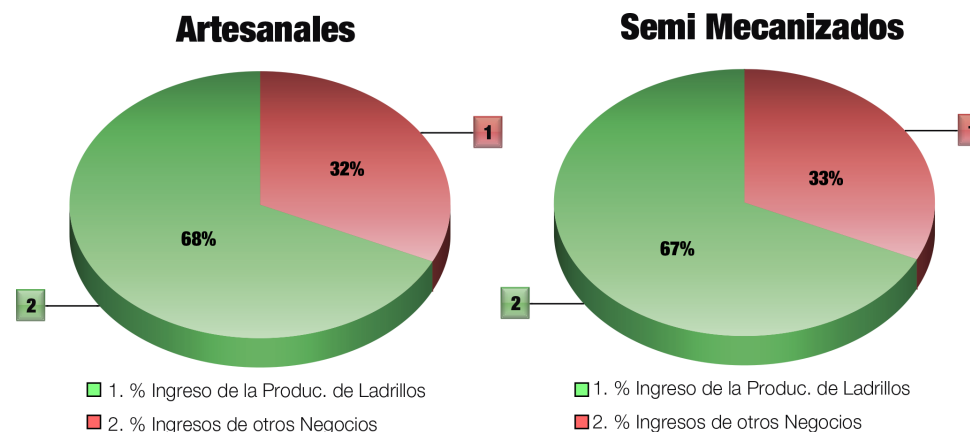


Figura 31. Actividad Ladrillera como % de ingresos

Fuente: Advance CONSULTORA

Los trabajadores de la producción ladrillera artesanal tienen un ingreso promedio de USD 3.475 y los trabajadores de la producción semimecanizada un promedio de USD 2.618 anuales, los que son complementados en otras actividades con USD 292.72 y USD 208 en el mismo orden, conforme se indica en la Figura 32 (Advance CONSULTORA, 2013).

Los valores consignados estaban en relación a los ingresos en función de un salario vigente en 2015 (USD 340), pero con fines de actualización se han proyectado estos valores para el año 2016. Conforme el salario mínimo vital vigente de USD 366, estimándose por tanto, en valores de USD 3.741 de ingresos para el sector artesanal y USD 2.818 para el semimecanizado, con sus actividades complementarias de USD 315 y USD 224 respectivamente, señalándose que en el caso de los trabajadores semimecanizados, estos, ganan en base a salario mínimo vital general.

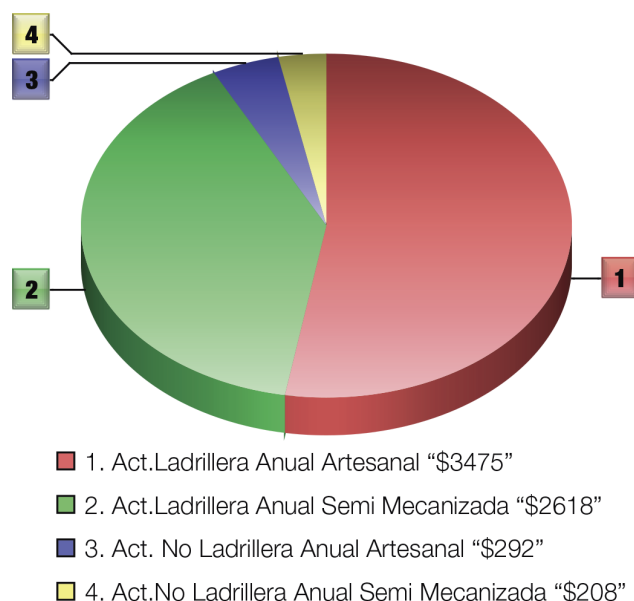


Figura 32. Ingresos por actividad promedio anual (2015)  
Fuente: Advance CONSULTORA

Como se puede apreciar en la Figura 33, las actividades complementarias generadoras de ingresos de este grupo humano artesanal, destacan la agricultura con el 45%, jornalero con 21% y crianza de animales 11%, principalmente, lo cual significa en su gran mayoría complementan con actividades del campo. En la actividad semi mecanizada, en cambio se advierte que el complemento de ingresos lo hacen fundamentalmente en dos dedicaciones: como agricultor y jornalero en iguales proporciones. La actividad productiva de este sector evidencia que no es suficiente para generar ingresos totales a sus trabajadores para su mantenimiento, por ellos recurren a otras actividades a fin de encontrar suficiente abasto en sus ingresos.

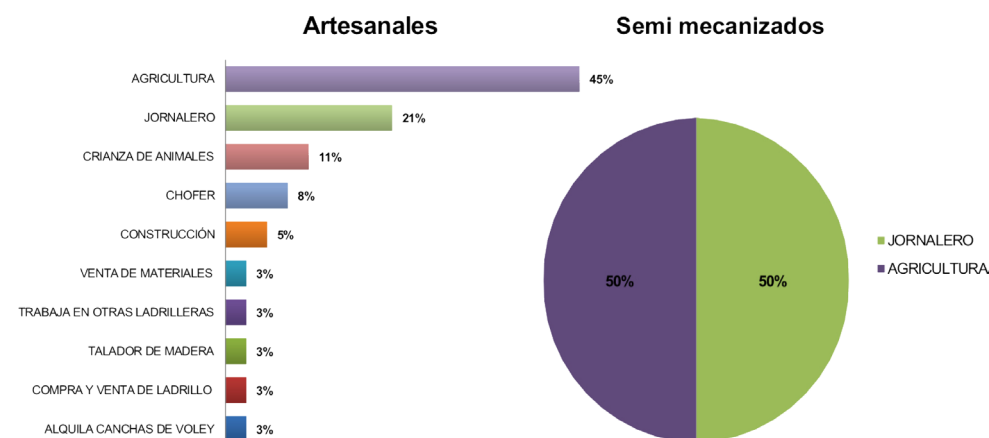


Figura 33. Otras actividades generadoras de ingresos  
Fuente: Advance CONSULTORA

### 3.2.4. La relación entre la producción y la economía del lugar

Tanto la actividad agrícola y ganadera que en un momento se constituyeron en la principal actividad productiva de la zona, no fueron sustentables a través del tiempo debido a problemas de demanda y industrialización, esto derivó en que sus habitantes busquen otras actividades complementarias para poder compensar la baja en la actividad agrícola y ganadera. En el caso de la elaboración de tejas y ladrillos, cerería y otras actividades que se han señalado anteriormente, no han sido de gran aporte económico para las familias, por lo que ciertos miembros de la misma se han visto obligados a buscar nuevas fuentes de ingresos y esto a provocado un problema social como es la migración, que se explica por esta situación económica deficiente de la zona. La producción del ladrillo no es exclusiva de Sinincay, ya que otras zonas se dedican también a esta actividad artesanal tales como: Sigcho, Chamana, Las Cochas, Santa Isabel, El Aliso, Los Andes, San Luis de



las Lajas y El Chorro, entre las principales competidoras. Es de notar que en los últimos tiempos, la demanda del ladrillos artesanales en el sector ha disminuido, y la oferta se ha mantenido, es decir, hay un exceso de producción que ha obligado a la baja del precio de estos productos, desestimulando como consecuencia la sustentación de esta actividad como principal, y que a la vez, ha sido aprovechado por sectores intermediarios que compran a precios bajos y mejoran su utilidad.

### **3.2.5. Tipos de Ladrilleras del sector.**

#### **Producción artesanal**

Sinincay se ha caracterizado por ser un sector de producción artesanal, en la cual sus habitantes han basado el sustento de su economía familiar, pero que debido a la evolución de la economía y la industria esta actividad ha ido debilitándose y desplazándose hacia un segundo lugar, lo cual ha obligado a que sus habitantes busquen actividades complementarias para mantenerse, a ello se suma que los procedimientos utilizados en esta artesanía se mantienen como rudimentarios, lo cual le ha hecho perder competitividad en el mercado ya que, debido a esto, los costos por unidad de ladrillo han tendido a incrementarse, perdiendo sustentabilidad esta actividad y producto. Ante esto es importante destacar este fenómeno con el fin de contribuir a contrarrestar esta falencia mejorando su productividad a través de implementar mejores procedimientos y capacitación que le permita revertir la incompetencia productiva.

Existe una gran producción artesanal de ladrillo panelón o macizo ya que son más fáciles de elaborar a diferencia del ladrillo hexagonal y de piso, seguido del ladrillo de obra que tiene gran demanda en el sector

de la construcción. Lo que varía entre las distintas comunidades es la medida de los ladrillos artesanales por ejemplo en Sinincay son de 40 cm de longitud, 20 cm de ancho, 10 cm de espesor, en Rakar y El Aliso son de 12 cm de longitud x 6 cm de ancho y 3.5 cm de espesor en cambio en Sigcho son de 10.70 cm de longitud, 4cm de ancho y 3 cm de espesor (Pangol Fabiola Y Tuba Mayra, 2014).

#### **Producción semi industrial.**

Esta actividad se caracteriza por que comparte ciertos procesos artesanales y otros parcialmente industriales, sobre todo en el uso de ciertas maquinarias que permiten aligerar procedimientos que se expresan en disminución de costos y mayor producción, ya que ayuda a reducir tiempos, disminuir desperdicios y aprovechar mejor las materias primas y los recursos de las que se sirven, colocándole en una ubicación mucho mejor que la producción artesanal que casi no ha evolucionado.

#### **Producción industrial.**

Debido a las exigencias del mercado actual y su expansión, algunos talleres productores de ladrillos se han visto obligados a adquirir tecnología, capaz de dar respuesta a la creciente demanda de productos industriales de mayor capacidad productiva, menor costo y procesos amigables con el medio ambiente, situación que ha permitido generar la denominada economía de escala en este sector, que significa mayor producción a menor costo, generando por tanto, una mayor utilidad para quienes han accedido a estos procesos tecnificados de forma industrial. La industria del ladrillo ha permitido incorporar a un gran número de empleados, inclusive de edades avanzadas ya que sus mecanismos son de fácil acceso. Se ha satisfecho en cantidad y calidad la demanda de un mercado creciente que rebasa inclusive los límites de





la provincia del Azuay.

Esta actividad se caracteriza por que la comercialización de este producto se da fundamentalmente al por mayor, relegando a la producción artesanal y la semi industrial (semi mecanizado).

### **3.2.6.Comercialización Directa e Indirecta.**

La comercialización en este sector ladrillero está cifrada de dos modalidades: directa e indirecta.

La comercialización directa se da cuando el productor vende directamente al consumidor, sin intermediarios ni distribuidores, esta es la modalidad que tiene mayor presencia en esta actividad.

La comercialización se da mediante el cliente y el ofertante en donde se pactara el precio del producto, luego se deben llevar al lugar requerido en el cual se alquila un vehículo grande para su transportación y el costo del mismo varia ente los USD 60 - USD 75 dependiendo la cantidad y el lugar al cual se transporte.

La comercialización indirecta se lleva efecto debido a que actúan los llamados intermediarios, que son personas que compran a su cuenta al productor y lo venden bajo este mismo concepto al consumidor final.

## **3.3.Aspectos Sociales y Culturales.**

### **3.3.1.Riqueza Cultural en Sinincay.**

La parroquia Sinincay es conocida por su tradición y cultura, ya que su gente ha aprovechado los recursos naturales, como sus canteras de mármol, minas de cal, suelos fértiles para producir diversos artículos y actividades que se han mantenido entre generaciones. Actividades como la ebanistería, marmolería, cerería y sobre todo por su tradición en la elaboración de productos cerámicos tales como tejas y ladrillo han llevado a Sinincay a ser pionera en el campo artesanal y ser una de las poblaciones más notables aledañas a Cuenca (Cabrera Palacios, 2008).

### **3.3.2.Albañiles y Carpinteros.**

En el folleto “La progresista Parroquia de Sinincay”, se habla sobre la habilidad e inteligencia de los albañiles y artesanos del sector ya que se han caracterizado por ser parte de la historia. Algunos de estos albañiles trabajaron en la construcción de la nueva Catedral de Cuenca bajo la dirección del maestro Chicaiza y en edificios públicos y privados, bajo la dirección de arquitectos famosos. Algunos albañiles y carpinteros trabajaban en la construcción de viviendas en el centro histórico de la ciudad ya que estaban familiarizados con el adobe, cabuya, el carrizo y la paja, porque ellos mismos levantaban las paredes, construían los techos, tumbados, colocaban puertas, ventanas, etc.

Desde que inicio la emigración de sus pobladores a países del extranjero, la construcción se realiza en su mayoría de ladrillo. Los ahorros que son enviados por los migrantes se invierten en vivienda, en una ar-

arquitectura copiada de Cuenca y el exterior. Existe un grupo de jóvenes albañiles actualmente que se ha dedicado a la construcción bajo contrato, sin guía profesional ni apoyo técnico únicamente con experiencia que según ellos es suficiente (Gordillo Mejía & Narváes Quizhpi, 2002).

### **3.3.3.Historia de la Actividad Ladrillera en Sinincay.**

Según una nota periodística de 1936, las ladrilleras en Sinincay estaban concentradas en Sigchococha pero no hay constancia de cuando se inició esta actividad pero se intuye que es antigua porque se habla que sus artesanos trasladaban el ladrillo para la construcción de puentes y de la catedral de la ciudad. La actividad ladrillera creció se amplió a Las Cochas, El Chorro, Cruzcalle, Galuay, Los Alis, Camana, Racar, El Salado.

La actividad ha pasado de ser un proceso artesanal a convertirse en industrial. Jose Manuel Sinchi Parapi es el que inició el proceso empresarial con máquinas eléctricas y es quien inició la comercialización a nivel nacional del ladrillo de Sinincay. Hasta los años ochenta un gran porcentaje de la población se dedicaban a la actividad ladrillera, pero por causa de la migración, se ha disminuido la mano de obra en la actualidad según se muestra en la Figura 34.

La actividad de la Tejería llegó a Cuenca en 1563 con los españoles y fue trabajada por los curas agustinos y franciscanos con la ayuda de los indígenas. El ayllu de Sinincay pertenecía a San Sebastián por lo que se puede deducir que su gente en condición de esclavitud trabajó ahí por lo que queda aún la incógnita de cuanto se habría organizado la primera fábrica y horno (Gordillo Mejía & Narváes Quizhpi, 2002).



*Figura 34. Actividad Ladrillera del Sector*

*Fuente: Sinincay: Revista de la Junta Parroquial. (Junta Parroquial de Sinincay, 2008)*

### **3.3.4.El trabajo familiar.**

Es una costumbre que todos los miembros de la familia trabajen en la producción del ladrillo. Entre una de las entrevistas que se hicieron a lo largo de este proceso con la gente del sector los miembros de las familias aseguraban que ellos practicaban dicha actividad desde que eran pequeños y todos participaban en la producción del ladrillo y otros productos derivados del mismo (Pangol Fabiola Y Tuba Mayra, 2014).

Los niños al trabajar desde muy pequeños tienen problemas en su desarrollo y crecimiento emocional, debido a que se quita parte de los derechos de su infancia como es la recreación y educación; se considera como un factor negativo y es rechazado en todo el mundo. Esto se da

debido a que las familias no pueden contratar personal para este proceso debido a la falta de recursos por lo que les hacen trabajar a todos los miembros de la familia incluido niños y niñas.

La migración es un factor que afecta a esta actividad ya que existen estudios en la parroquia que demuestran que han emigrado varias familias con todos sus miembros, en algunos casos emigran padres de familia dejando a sus esposas e hijos sin algún sostén lo cual recurren a la actividad de producción de ladrillo, ocasionando así que trabajen los niños y por lo general se dan en la producción artesanal (Pangol Fabiola Y Tuba Mayra, 2014).

### 3.3.5. Participación de personas en la producción de ladrillo.

A continuación se cifra la participación de los individuos de la comunidad que trabajan en la actividad de la producción de ladrillos en este sector, conforme se representa en la Figura 35, donde se clasifica en los sectores que se va a centrar el presente estudio, esto es, en el sector artesanal y semi industrial (semi mecanizado). Se destaca que los talleres están conformados por grupos de personas que en su mayoría son dos, que representa el 53%, como el de mayor conformación, seguido por los talleres que tienen 3 personas y representan el 18%, como principales, en el proceso semi mecanizado el 43% representa el mayor porcentaje relacionado a 3 personas, siguiéndole con un 29% correspondiente a 5 personas según la Figura 35.

La Figura 36 nos muestran los miembros de la familia que intervienen en las ladrilleras artesanales y semi mecanizadas. En las artesanales es el dueño quien aporta con el 36% luego le siguen los hijos con el 25% del trabajo y en las semi industriales o semi mecanizadas el hijo ocupa

el primer lugar con un 4% del trabajo siguiéndole el dueño de la fábrica con un aporte del 3% con respecto al trabajo emprendido. Coincidiendo así que el dueño es el principal aporte en el trabajo de los procesos de la producción del ladrillo.

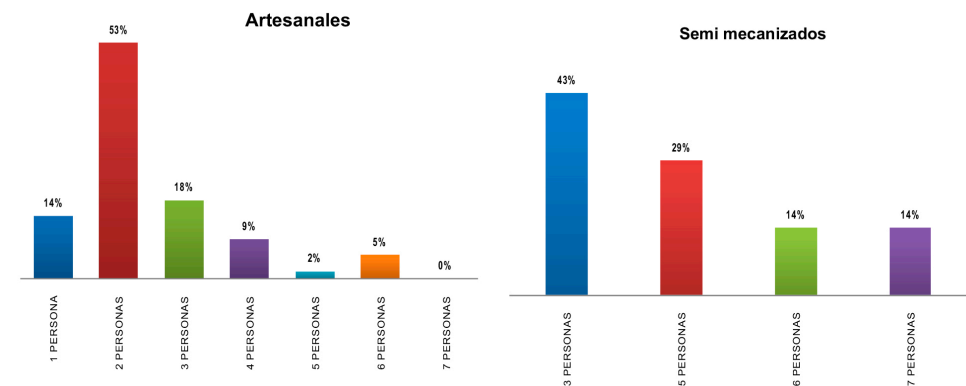


Figura 35. Numero de personas que trabajan en la ladrillera  
Fuente: Advance CONSULTORA

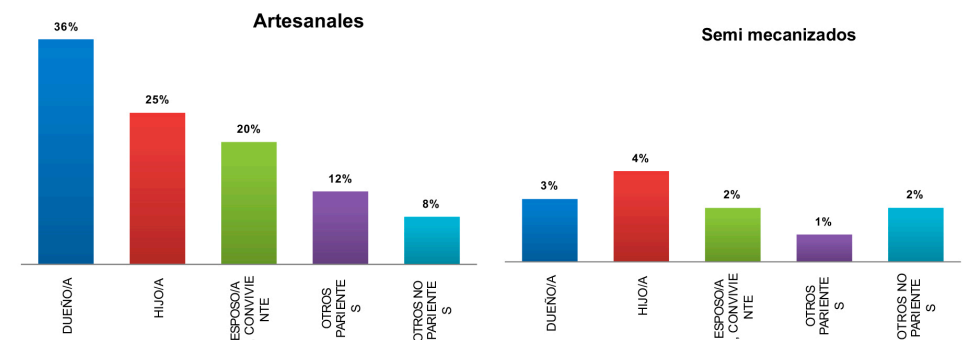


Figura 36. Personas que trabajan en la ladrillera  
Fuente: Advance CONSULTORA



### **3.3.6.Migración.**

En Sinincay se ha hecho presente la emigración hacia otros países, en especial a EEUU y Europa, actividad que de forma sistemática ha ido perdiendo a muchos de sus trabajadores y jóvenes que han salido con el objeto de buscar mejores días para ellos y sus familias. Este aspecto ha generado muchos problemas sociológicos y familiares por el desarraigo, pero que por otra parte, ha experimentado el ingreso de importantes remesas enviadas por dichos emigrantes, aspecto que ha cambiado la formalidad económica de la zona (Gordillo Mejía & Narváes Quizhpi, 2002).

Según la revista "Sinincay su gente 150 años de fundación", el primer habitante de Sinincay en llegar a Estados Unidos lo hizo en 1984. La parroquia desde esa fecha ha sufrido una merma en la tasa de crecimiento ya que familias enteras, solteros, niños, hombres y mujeres han buscado mejores condiciones dejando su parroquia natal. Muchos de ellos dejan a sus hijos bajo el cuidado de la pareja, familiares y regularmente de los abuelos.

Los que han salido de la parroquia ya son miles y de ellos la mayor parte vive en Nueva York, otros en Europa, sobre todo en España.

Al ver la realidad del sector es necesario preguntarse cuáles son las razones por las que emigra su gente, es decir que empuja al individuo a buscar nuevos horizontes.

- En primer lugar, los problemas económicos y los malos tiempos donde el desempleo y salarios bajos motivan a la migración como causa principal.

- En segundo lugar, cuando existe mucha competencia en el campo laboral. Para una misma actividad existen demasiados trabajadores capacitados pero solo algunos de ellos obtienen empleo. Al quedar sin trabajo necesitan buscar oportunidades en otros sitios donde la competencia sea menor.
- En tercer lugar, los deseos de mejorar. Puede que no exista problemas económicos ni una competencia grande. Pero el individuo cree que al emigrar estará en una mejor situación.
- En cuarto lugar, el deseo de aventurar por el mundo y de probar fortunas en otros países. Esto se puede atribuir más a los jóvenes.
- En quinto lugar, esta el deseo de huir de la realidad para dejar los problemas atrás.
- En sexto lugar, por el deseo de imitar a alguien, es decir, emigrar porque muchos de sus compatriotas lo hacen ya que no desean sentirse inferiores.

### **3.3.7.La actividad ladrillera y la migración.**

Maza (2011), mediante una prueba cualitativa sobre el impacto social, ambiental y productivo ; ubica a la migración como una de las razones que tiene más impacto en el ámbito social dentro del proceso de fabricación de ladrillo. Según el estudio, la cantidad de migración es alta y de manera frecuente, generando un daño potencial alto en la actividad ladrillera.

Esto lo podemos ubicar dentro de la segunda causa de migración, es decir por la existencia de demasiados trabajadores capacitados para

COMPONENTE	RECURSO AFECTADO	IMPACTO	CANTIDAD			FRECUENCIA			POTENCIAL DE DAÑO			VALORACION FINAL		
			A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B
AMBIENTAL	AGUA	Preparación del barro			x	x				x				x
		Combustión de leña en hornos tradicionales	x				x		x			x		
	AIRE	Explotación de minas			x			x	x					x
		Deforestación por explotación de minas			x			x	x					x
	EROSIÓN	Modificación del paisaje por explotación	x				x		x			x		
		Aumento de deslizamientos por explotación		x			x		x			x		
		Generación de desperdicios por material dañado		x			x			x		x		
		Generación de cenizas producto de la combustión		x			x		x			x		
		Consumo de alcohol		x			x		x			x		
SOCIAL	FAMILIAR	Maltrato familiar			x			x	x					x
		Trabajo de niños y adolescentes			x			x	x					x
		Migración interna y externa	x			x			x			x		
	PROCESO	Aumento de intermediarios	x				x		x			x		
		Baja demanda de ladrillo panelón	x				x		x				x	
PRODUCTIVO	PROCESO	Escasez de arcilla	x			x			x			x		
		Demora en tiempos de producción		x			x		x				x	
		Uso excesivo de combustible en quema	x			x			x			x		

Leyenda

A: Alto

M: Medio

B: Bajo

Tabla 16. Matriz de impactos ambientales, sociales y productivos en la parroquia Sinincay  
Fuente: Producción más limpia para ladrilleras en la parroquia Sinincay. (Maza Quishpi, 2011)

una misma actividad. Al quedar sin trabajo necesitan buscar oportunidades en otros sitios donde la competencia sea menor.

También se lo ubica en la primera causa de emigración, es decir, por los problemas económicos y los malos tiempos donde el desempleo y salarios bajos motivan al artesano a buscar mejores oportunidades en otras tierras.

En la Tabla 26, se muestra una matriz de impactos ambientales, sociales, productivos de la parroquia Sinincay desarrollada por Maza (2011). En esta matriz se determinan los recursos afectados a nivel global, señalando los impactos según su cantidad, frecuencia, potencia de daño mediante valoraciones de alto, medio o bajo.

### 3.4. Aspectos Ambientales.

#### 3.4.1. Impactos Ambientales en Sinincay.

De acuerdo a la tesis “Producción más limpia para ladrilleras en la parroquia Sinincay”, la producción de ladrillo ha provocado una serie de impactos ambientales en la parroquia Sinincay debido a que no se han tomado medidas a tiempo para el control de los mismos. Entre los factores mencionados tenemos:

- Impacto de suelo es uno de los principales daños causados por la actividad ladrillera y si no se toma medidas, este suelo no podrá recuperarse. (Maza Quishpi, 2011)
- El combustible utilizado para la quema de ladrillo, es otro elemento a considerar debido al impacto que genera el transporte del mismo a





la fábrica, debido a que en el cantón Cuenca, el viaje de leña hasta el depósito es de 20 a 30km, lo que genera emisiones de CO<sub>2</sub> durante la fase de transporte y aumenta el costo de producción.

- El plomo utilizado para abrillantado de las tejas, es un problema de hace mucho tiempo y ha provocado complicaciones de salud ya que se desconocía la toxicidad de este elemento.
- Impactos paisajísticos debido a la explotación de minas cercanas. Estas minas existieron el Sinincay pero la explotación exagerada de recursos no ha permitido una recuperación de suelo provocando a su vez deslizamientos de tierras.
- La contaminación ambiental por quema de ladrillos, que afecta a la calidad del aire.
- La combustión de madera seca, leña, aserrín y restos de ebanistería es una de las causas principales de la contaminación ambiental.
- La contaminación al agua ha sido descartada en el estudio realizado por (Maza Quishpi, 2011), ya que en su levantamiento de información se evidencio que el agua de sus fuentes hídricas se utilizan en su mayoría para riego.
- Enfermedades respiratorias debido a la mala calidad de aire.
- Los gases emitidos por quema de llantas son tóxicos y afectan a la salud de las personas produciendo enfermedades respiratorias

### **3.4.2.Recomendaciones para la reducción de impactos.**

Las áreas en donde se encuentran las fábricas de ladrillo presentan un impacto paisajístico por la extracción de tierra; por lo que se debería estudiar extraer arcilla y otros tipos de tierra de fuentes alternativas y promover una recuperación del suelo de la zona.

La extracción de suelo provoca deslizamientos en épocas de lluvia, el agua se empoza produciendo daño en los caminos.

Las llantas y aserrín utilizados para la quema de ladrillo, poseen un alto poder calorífico y su contaminación ambiental es agresiva. Los gases emitidos por quema de llantas son tóxicos y afectan a la salud por lo que se propone utilizar únicamente leña como combustible sólido debido a que su poder calorífico es bajo y logra altas temperaturas (Maza Quishpi, 2011).

Proponer una mejora en la actividad productiva, mediante técnicas y conocimientos alternativos, reduciendo impactos al ambiente y mejorando la calidad de vida.

La extracción de combustibles fósiles se las realice de fuentes renovables cercanas a la zona para reducir emisiones de CO<sub>2</sub> por transporte.



### 3.5. Análisis de Inventario de Ciclo de Vida (ICV) del ladrillo Tochano “Caso de Estudio”.

#### 3.5.1. Aplicación Del ICV en una ladrillera.

Mediante el Inventario de Ciclo de Vida (ICV), se obtendrá la energía incorporada en el material y las emisiones de CO<sub>2</sub> generado en la fase de puerta a puerta del proceso de fabricación de ladrillo artesanal, teniendo en cuenta la definición de objetivos y alcance, análisis de inventario e interpretación de resultados según lo indica la Figura 37. Mediante los resultados obtenidos se podrá definir si la producción de ladrillo tiene un impacto medioambiental de acuerdo a la hipótesis y objetivo principal.

#### 3.5.2. Definición de objetivo, alcance de estudio y unidad funcional.

#### 3.5.3. Inventario de ciclo de vida (ICV).

##### Definición del objetivo:

Determinar la energía incorporada y las emisiones de CO<sub>2</sub> del ladrillo tochano de 40\*20\*10 cm, tomando a una fábrica semi mecanizada de la parroquia Sinincay como caso de estudio, para posteriormente comparar los resultados con estudios realizados en otros países.

##### Alcance y límite del sistema

La cuantificación de la energía incorporada y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso de fabricación del ladrillo tochano se realizó mediante un Inventario de Ciclo de Vida (ICV), considerando la fase de puerta a

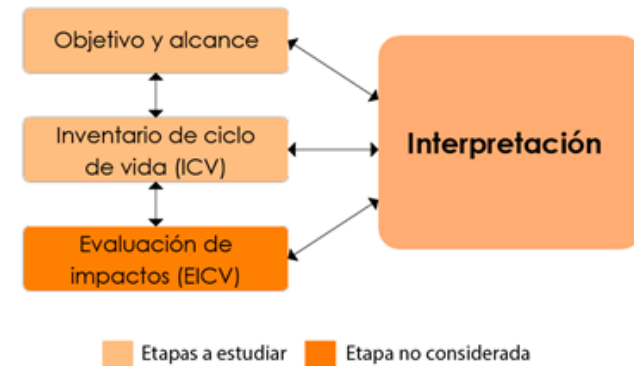


Figura 37. Esquema de ACV.

Fuente: Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. (ISO 14040:2006).

Elaboración: Autores

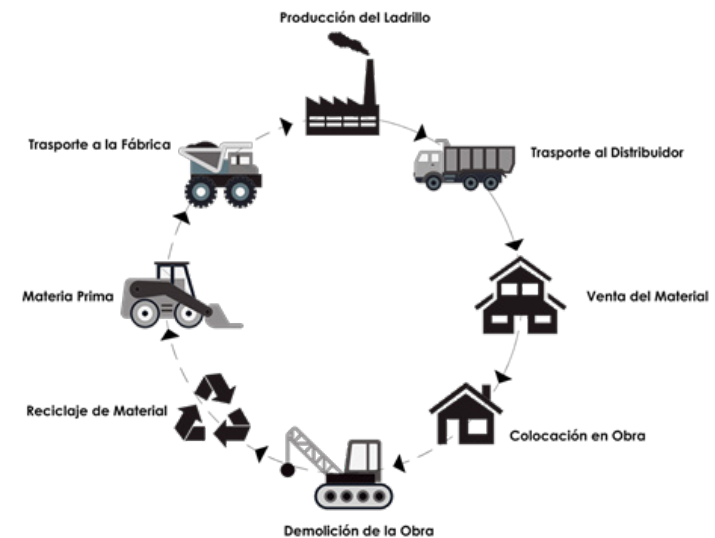


Figura 38. Esquema simplificado del ciclo de vida del ladrillo.

Fuente: Autores

puerta según la Figura 39; es decir desde que llega la materia prima a la fábrica, hasta que sale de esta para su venta. En la Figura 38 se indica un esquema simplificado de la vida del ladrillo.

El tiempo utilizado para la toma de datos fue de 1 mes entre el 1 de Enero y el 1 de febrero del 2017.

Para este estudio se cuantificó los datos referentes a la energía incorporada y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso de fabricación del ladrillo; considerando el uso de maquinarias, ventiladores, motores y horno en los diferentes subprocesos de producción.

En su cuantificación no se ha considerado el recurso humano.

### Unidad Funcional

Según lo establecido en la ISO 14.040-2006, se definió la unidad funcional, equivalente a una unidad de ladrillo tocho. La energía incorporada se medirá en Mega julios por cada unidad (Mj/u) y las emisiones en Kg de CO<sub>2</sub> por unidad de ladrillo (Kg CO<sub>2</sub>/u). Para realizar una comparación con estudios similares, se manejara equivalencias de Mega julios a kilovatios hora, ya que ambas son unidades de energía, de igual manera, se realizará el cálculo de CO<sub>2</sub> por cada kg de ladrillo tocho. El proceso consiste en la toma de datos de cada uno de los procesos que intervienen en las quemas realizadas durante un mes, teniendo así una medida en meses que servirá para futuras comparaciones, debido a que no se cuenta con cifras anuales ni un modelo a seguir.

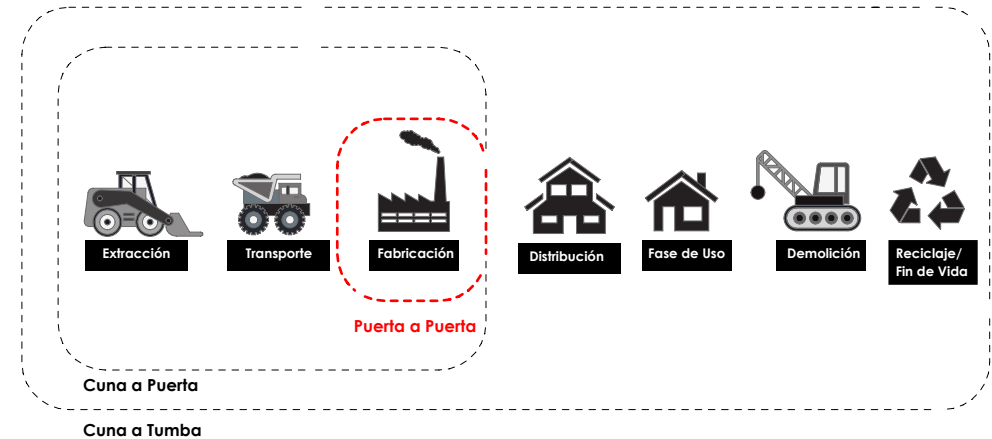


Figura 39.Límite Del Sistema.

Fuente: Autores

### 3.5.3.Inventario de ciclo de vida (ICV).

El inventario de ciclo de vida está constituido por la compilación de datos y procesos de cálculo para medir las entradas y salidas en el proceso de producción (ISO 14040-2006).

Para el análisis del inventario (ICV), se analizó los aspectos desde el punto de vista medio ambiental en cada uno de los procesos y subprocesos, partiendo de los criterios analizados de consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub>.

En el estudio se consideraron todos los procesos que requieren energía para ser llevados a cabo. Entre los diferentes tipos de energía para llevar a cabo el proceso de fabricación del ladrillo tenemos: energía eléctrica, combustible (diesel), y madera seca para la combustión del horno.

Se realizó la toma de datos de las entradas (flujos de energía) y materiales y los datos de las salidas (emisiones de CO<sub>2</sub>) en el proceso de fabricación considerando el límite del sistema antes definido (puerta a puerta) como se muestra en la figura:

En sí, se tomarán en cuenta las fases referentes a flujos energéticos de los procesos. Para dicho efecto, se utilizó el diagrama de flujo del sistema producto, que se muestra en la Figura 40, especificando sus procesos unitarios con sus interrelaciones sistemáticas, dentro de los límites y alcance del estudio, es decir, en la fase de puerta a puerta que consiste en el proceso de fabricación del ladrillo.

La toma de datos se realizó in situ ya que no se contaba con información levantada previamente. La información tomada corresponde a dos procesos completos ya que son 2 las quemas que se realizan por mes.

**Entradas:** materias primas, energía eléctrica, combustibles

#### Materias Primas:

- Arcilla
- áridos finos
- agua

**Combustibles y Energía eléctrica:** Diésel, utilizado para el transporte, mezcla y almacenaje del material (mini cargadora BOBCAT s185, motor de 185hp). Combustibles sólidos como la madera de eucalipto seca para la quema de ladrillo. Energía eléctrica para el funcionamiento de ventilador y luminarias.

**Salidas:** Como resultado del proceso tenemos principalmente la salida

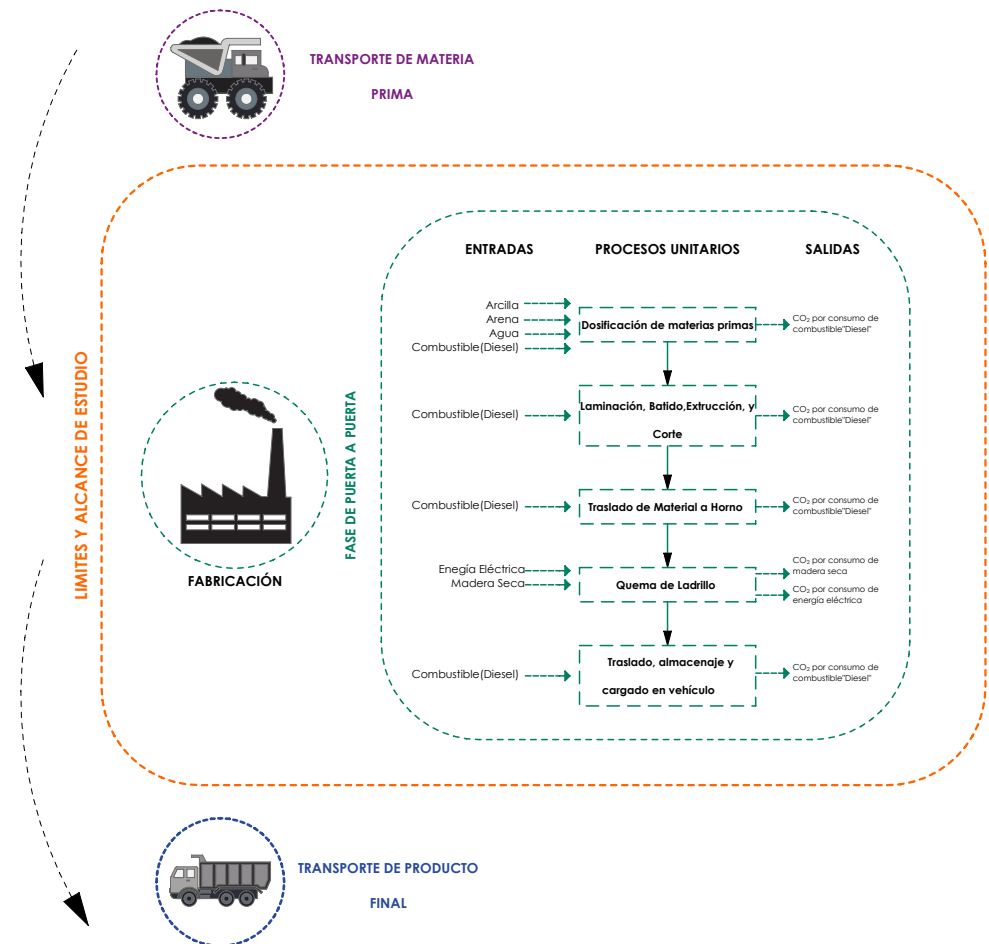


Figura 40. Diagrama del proceso "entradas y salidas" de fabricación del ladrillo.  
Fuente: Autores

del producto terminado así como emisiones de CO<sub>2</sub>.

- Producto Final: El ladrillo Tocharo es el producto final de todo el proceso de fabricación, se consideró la cantidad de ladrillos producto de una quema.
- Emisiones de CO<sub>2</sub>: Son el producto de la quema de los combustibles fósiles "diésel", de combustibles sólidos "madera de eucalipto seca" y del consumo de energía eléctrica.

En el proceso de cálculo de datos de entradas y salidas (inputs y outputs), se ha considerado el transporte directo interno dentro de la fábrica de ladrillo, es decir, el uso de una mini cargadora, la misma que es encargada de transportar la materia prima, realizar la mezcla, trasladar el producto al horno, cargar y almacenar el producto terminado.

### **3.7. Recopilación y Validación de datos "Ladrillera Semi Mecanizada".**

#### **3.7.1. Datos Recolectados por Proceso Productivo.**

##### **3.7.1.1. Primera Etapa: Mezcla de la Materia Prima.**

Esta etapa abarca el transporte interno de la materia prima y la mezcla de la misma según las dosificaciones manejadas en la fábrica.



*Figura 41. Transporte interno y mezcla mediante mini cargadora.*

*Fuente: Autores*

Dosificación de la mezcla:

- 8 Paladas de Tierra plástica fina
- 6 Paladas de Arcilla Roja de Cumbe
- 4 Paladas de Tierra Plástica y Arenosa
- 6 Paladas de Arcilla Arenosa Buenos Aires
- 6 Paladas de Arcilla Roja de Cumbe
- 10 Tachos grandes de Agua

Se realiza la mezcla en el sitio con una mini cargadora BOBCAT según se aprecia en la Figura 42.

MATERIAL	PALADAS CON BOBCAT	CAPACIDAD BOBCAT / PALADA(m3)	CANTIDAD TOTAL (m3)
1. Tierra plástica fina	8	0.33	2,64
2. Arcilla roja	12	0.33	3,96
3. Arcilla arenosa	6	0.33	1,98
4. Tierra plástica arenosa	4	0.33	1,32
5. Agua	<b>10 TACHOS</b>	<b>294 lts</b>	<b>(2.94m3)</b>

Tabla 17. Cantidad de materia prima para la mezcla  
Fuente: Ficha Técnica para BOBCAT S185  
Elaboración: Autores

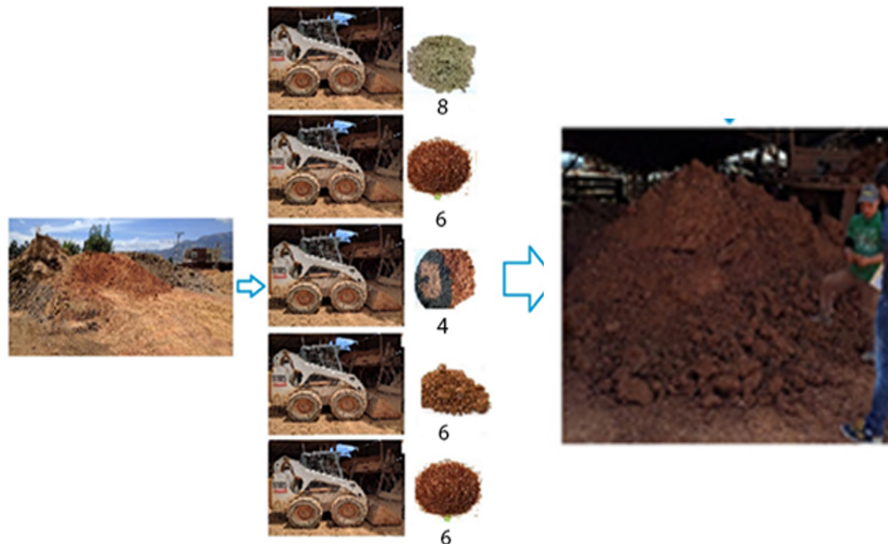


Figura 42. Materia según la dosificación  
Fuente: Autores

### Entradas:

- Materias primas
- Combustible "Diésel"

### Materias Primas:

- Arcilla
- Áridos finos
- Agua

### Combustibles y Energía eléctrica:

- Diésel, utilizado para el transporte interno y dosificación de la mezcla (mini cargadora BOBCAT s185).

### Salidas:

- Como resultado del proceso tenemos la salida de emisiones de CO2 por combustión de Diésel.

Para el proceso de medición de datos se lo realizó en la fábrica con el tanque de gasolina del BOBCAT vacío y se lo ha cuantificado mediante la ficha técnica del vehículo con relación a la cantidad de combustible que se utilizó por cada etapa.

En la Tabla 18, se puede identificar la cantidad de combustible necesario para traslado interno y mezcla. Se cuantificó la cantidad total por galones y se realizó la transformación a litros.



Cantidad de Combustible necesario para traslado interno y mezcla				
	Volumen por Traslado Interno (gal)	Volumen por Mezcla en BOBCAT (Gal)	Volumen Total(L)	Volumen Total(gal)
Quema 1	1,550	6,840	31,760	8,390
Quema 2	1,630	7,220	33,501	8,850
<b>Promedio</b>	<b>1,590</b>	<b>7,030</b>	<b>32,630</b>	<b>8,620</b>

Tabla 18. Datos recolectados de transporte interno y mezclado para la Primera Etapa  
Fuente: Autores



Figura 43. Proceso unificado para la conformación de ladrillo.  
Fuente: Autores

### 3.7.1.2. Segunda Etapa: Laminación, Batido y Extrusión de la Mezcla

Esta etapa abarca el proceso de laminación, batido, extrusión y corte de la mezcla, es decir es la etapa en el cual se procesa la materia prima hasta darle forma. Se lo realiza a través de maquinaria que es movida por un motor de 185 caballos de fuerza a Diésel. Este motor mueve toda la maquinaria formando un sistema unificado como se lo aprecia en la Figura 43.

#### Proceso:

- La mezcla es colocada en un tablero de madera y llevada a un laminador por un orificio inferior
- Pasa a un laminador que muele las piedras y rocas.
- Una vez laminada se transporta hacia la batidora por una banda. Las dimensiones de la laminadora son 2m\*30cm\*60cm.
- La mezcla entra en la batidora y pasa a la extrusora donde los ladrillos toman la forma siendo cortados a medida por un alambre de acero.
- Todo este proceso funciona mediante un motor a diésel cuyo consumo es de alrededor de 10 galones/día.

#### Entradas:

- Mezcla Dosificada
- Combustibles y Energía eléctrica: Diésel, utilizado para la laminación, batido y extrusión del material (motor de 185Hp).

#### Salidas:

- Como resultado del proceso tenemos la salida de emisiones de CO<sub>2</sub> por combustión de Diésel.

Los datos recolectados se los puede observar en la Tabla 19.

Cantidad de Combustible Laminado, Batido, Extrusión y Corte				
	Volumen por Traslado Interno (gal)	Volumen en Motor (gal)	Volumen Total(L)	Volumen Total(gal)
Quema Nro.1	1,125	28,00	110,250	29,125
Quema Nro.2	1,330	32,00	126,167	33,330
<b>Promedio</b>	<b>1,228</b>	<b>30,00</b>	<b>118,209</b>	<b>31,228</b>

Tabla 19. Datos recolectados de transporte interno y maquinaria para la Segunda Etapa  
Fuente: Autores

### 3.7.1.3. Tercera Etapa: Almacenaje y Traslado interno a Horno



Figura 44. Proceso de almacenaje, oreado, raleado y secado  
Fuente: Autores

En esta etapa el ladrillo crudo es almacenado y oreado durante 5 días para que se endurezca con el viento. Pasado estos 5 días se usa un sistema de raleado que consiste en apilar los ladrillos verticalmente durante 1 semana. Se los transporta a invernaderos y en 15 días pueden ser

quemados en el horno. En la Figura 44, se puede identificar el proceso de almacenaje, oreado, raleado y secado del ladrillo tocharo.

#### Entradas:

- Ladrillo Crudo: Ladrillo recién procesado

#### Salidas:

- Como resultado del proceso tenemos la salida de emisiones de CO<sub>2</sub> por combustión de Diésel en el transporte interno hacia el invernadero.

Los datos recolectados se los puede observar en la Tabla 20.

Transporte Interno hacia Invernadero y Horno		
	Volumen por Traslado Interno (gal)	Volumen Total(L)
Quema Nro.1	2,275	8,612
Quema Nro.2	2,150	8,139
<b>Promedio</b>	<b>2,213</b>	<b>8,375</b>

Tabla 20. Datos recolectados de transporte interno para la Tercera Etapa  
Fuente: Autores

### 3.7.1.4. Cuarta Etapa: Quema del Ladrillo

Esta etapa se abarca el proceso de quema del ladrillo ya seco y endurecido. Se lo realiza en un horno de tiro invertido colocando a los elementos cerámicos verticalmente para un mejor proceso. El horno tiene capacidad de 7500 a 8000 ladrillos tocharos de 10\*20\*40cm que son los que más produce la fábrica. El horno posee un sistema de ventilación inferior mediante una bomba que funciona con energía eléctrica durante 14 horas. Existen 5 agujeros

a cada lado del horno por donde se introduce la leña seca y estos son tapados una vez encienden el horno.



Figura 45. Proceso ventilación, quema y almacenaje final.

Fuente: Autores

#### Entradas:

- Ladrillo Seco
- Combustibles Sólidos: Leña utilizada para la combustión del horno.
- Energía Eléctrica utilizada para encender el ventilador que mantiene la leña encendida.

#### Salidas:

- Como resultado del proceso tenemos la salida de emisiones de CO<sub>2</sub> por combustión de Diésel y de leña seca. Emisiones de CO<sub>2</sub> por los KWh utilizados en el ventilador.

El horno es el que mayor cantidad de CO<sub>2</sub> emite en todo el proceso de fabricación de ladrillo, según el estudio realizado por la empresa Swiss-contact en la ciudad de Cuenca. Los datos recolectados se los puede observar en la Tabla 21.

Cantidad de Leña para el Horno			
	Volumen de Leña (m <sup>3</sup> )	Densidad del Eucalipto (kg/m <sup>3</sup> )	Peso Total de la Leña (kg)
Quema Nro.1	10,000	475,000	4750,000
Quema Nro.2	9,500	475,000	4512,500
<b>Promedio</b>	<b>9,750</b>	<b>475,000</b>	<b>4631,250</b>

Tabla 21. Datos Recolectados del horno para la Cuarta Etapa

Fuente: Ficha técnica de Especies Forestales N° 10

#### 3.7.1.5. Quinta Etapa: Traslado y Almacenaje.

##### Entradas:

- Ladrillo Seco
- Combustibles: Diésel, utilizado para el transporte y almacenaje final del material

##### Salidas:

- Como resultado del proceso tenemos la salida de emisiones de CO<sub>2</sub> por combustión de Diésel.

Los datos recolectados se los puede observar en la Tabla 22.

Transporte y Almacenaje		
	Volumen por Traslado y Almacenaje (gal)	Volumen Total (L)
Quema Nro.1	2,750	10,410
Quema Nro.2	2,860	10,826
<b>Promedio</b>	<b>2,805</b>	<b>10,618</b>

Tabla 22. Datos recolectados de transporte y almacenaje para la Quinta Etapa

Fuente: Autores



### 3.7.2.Cantidad Total de Combustibles en las 5 Etapas.

Cantidad Total de Combustibles			
Combustible	Peso (kg)	Cantidad (KWh)	Volumen (L)
Diésel	-	-	169,832
Leña	4631,250	-	-
Energía Eléctrica	-	57	-

Tabla 23.Cantidad Total de los diferente combustibles para el proceso de fabricación de ladrillo tochano.  
Fuente: Autores

### 3.8.Calculo de emisiones de CO2 Correspondiente a las 5 Etapas.

En el proceso de fabricación de ladrillo dentro de la fábrica, se han reconocido los diferentes tipos de energía aportadas dentro de cada etapa para elaborar el material. Las diferentes energías son aportadas por:

#### Transporte Directo Interno:

Es aquel transporte interno de la fábrica, para movilizar materia prima, la mezcla homogenizada, ladrillo crudo, producto terminado. Se puede identificar una mini cargadora BOBCAT s185 a Diésel encargada del transporte indirecto total sin considerar la fuerza humana.

#### Maquinaria para procesamiento:

Tiene que ver con todos los aparatos utilizados para realizar los procesos de mezclado, laminación, batido, extrusión y corte. Se puede identificar entre ellos una mini cargadora BOBCAT s185 encargada del mezclado y dosificación; así como, un motor de 185Hp encargado de

mover todo el sistema desde el laminado hasta la extrusión. Todas estas maquinarias funcionan a Diésel.

- Ventilador: Es el encargado de mantener encendida a la leña dentro del horno y funciona con energía eléctrica.
- Horno: Es donde se realiza el proceso de quema del ladrillo y funciona por la combustión de madera seca o leña.

### 3.8.1.Emisiones de CO2 por Transporte.

Para la cuantificación de emisiones de CO2 con relación a transporte, se ha medido dentro de la fábrica, considerando únicamente el transporte directo interno. El transporte indirecto del material no se ha estimado debido a que no se encuentra dentro del alcance del estudio.

- El consumo total de combustible “Diésel” se lo ha cuantificado en litros y en kg debido a la metodología de cálculo.
- En el Ecuador no se cuenta con una base de datos de factores de emisión de CO2, por lo que se optó utilizar dos métodos de cálculo propuestos en diferentes estudios y compararlos.

Conforme a lo señalado en la SEAP Guidelines Part II, Baseline Emissions Inventory; se realiza una relación entre la cantidad de combustible empleado para transporte en función a los kilovatios hora equivalentes. Según el tipo de combustible el factor de conversión es diferente y se lo aprecia en la Tabla 24.

Fuel Conversion factor (kWh/l)	
Gasoline	9.2
Diesel	10.0

Tabla 24.Factores de conversión para los combustibles de transporte más típicos  
Fuente: (EMEP/EEA 2009; IPCC, 2006).



Cantidad de Diésel Total			
	Volumen (gal)	Volumen (L)	Peso (kg)
Transporte Interno	7,836	29,661	24,678
Maquinaria	37,030	140,173	116,625
<b>TOTAL</b>	<b>44,866</b>	<b>169,83</b>	<b>141,302</b>

Tabla 25. Cantidad de Diésel Total por Transporte Indirecto y Maquinaria

Fuente: Autores

En la Tabla 25 se presenta la cantidad de Diesel Total por Transporte Interno y maquinaria.

La SEAP Guidelines Part II, Baseline Emissions Inventory; señala factores de emisión de CO<sub>2</sub> por Kilovatio Hora de combustible. Para el diésel se señala que es de 0.267 kg de CO<sub>2</sub>/KWh.

Para un volumen de diésel de 29.66 L, su equivalencia sería de 296,6 KWh, con una emisión de **79,19 kg de CO<sub>2</sub>**.

### 3.8.2.Emisiones de CO<sub>2</sub> por Maquinaria.

Para la cuantificación de emisiones de CO<sub>2</sub> con relación a maquinaria, se ha medido dentro de la fábrica, considerando a la mini cargadora en el proceso de mezcla y dosificación; así como, del motor de 185Hp encargado de mover todo el sistema desde el laminado hasta la extrusión.

- El consumo total de combustible “Diésel” se lo ha cuantificado en litros y en kg debido a la metodología de cálculo.
- En el Ecuador no se cuenta con una base de datos de factores de emisión de CO<sub>2</sub>, por lo que se optó utilizar dos métodos de cálculo propuestos en diferentes estudios y compararlos.

Conforme a lo señalado en la SEAP Guidelines Part II, Baseline Emissions Inventory; se realiza una relación entre la cantidad de combustible empleado con los kilovatios hora equivalentes según la Tabla 24.

Para un volumen Total de diésel de 169,83 L, su equivalencia sería de 1698,32 KWh, con una emisión de **453,45 kg de CO<sub>2</sub>**.

### 3.8.3.Emisiones de CO<sub>2</sub> por Energía Eléctrica de Ventilador.

Para esta cuantificación se utilizó el consumo realizado durante un mes en la fábrica relacionándolo con el número de quemas, que fueron 2 de Enero a Febrero. Según la planilla del mes de Enero, se pagó 14.69 dólares por un mes con un consumo de 114 KWh. En cada mes se realiza 2 quemas y el valor estimado es de 57 KWh por quema de ladrillo.

De acuerdo al Sistema Nacional Interconectado de Ecuador, en su informe de 2013 realizado con la Herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema eléctrico v4.0.0; el factor de emisión es de 0.5076 Kg Co<sub>2</sub> por cada Kilovatio hora.

Para 57 KWh la emisión equivalente es de **29,93 kg CO<sub>2</sub>**

### 3.8.4.Emisiones de CO<sub>2</sub> del horno

Para la cuantificación de emisiones de CO<sub>2</sub> con relación al horno, se ha medido dentro de la fábrica, considerando la cantidad de leña total utilizada en una quema de ladrillo tochano. Para 7500 ladrillos tochanos, es necesario 10m<sup>3</sup> de leña seca.

Es importante mencionar que el ladrillo tochano tiene 20\*40\*10cm con un peso de 16 lb o 7.27kg. Se ha considerado como densidad básica





de la madera 475kg/m<sup>3</sup> que se encuentra en el rango del Eucalipto según la Ficha técnica de Especies Forestales N° 10 abalada por el ministerio de Agricultura, ganadería, acuacultura y pesca de Ecuador.

- El consumo total de combustible sólido "Leña" se lo ha cuantificado en kg debido a la metodología de cálculo.
- En el Ecuador no se cuenta con una base de datos de factores de emisión de CO<sub>2</sub>, por lo que se optó utilizar dos métodos de cálculo propuestos en diferentes estudios y compararlos.

### Primer Método de Cálculo:

Conforme a lo señalado por (Atmos Company, 2008), se realiza una equivalencia entre la cantidad de leña seca de eucalipto empleada para la quema en el horno con relación a los kilovatios hora equivalentes. La leña con un 12 - 20% de agua tiene un valor calorífico de 4kWh/kg y la leña con un 50% de agua tiene un valor calorífico de 2 kWh / kg según los datos de la empresa.

Según la Tabla 23, el valor total de leña utilizado es de 4631,250 kg y según el coeficiente de 4KWh/Kg de leña, tendríamos como resultado 18525 kWh.

La SEAP Guidelines Part II, Baseline Emissions Inventory; señala factores de emisión de CO<sub>2</sub> por Kilovatio Hora de madera que varían de 0 a 0,403 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

Para una cantidad de 18525 kWh a un factor de 0,403 CO<sub>2</sub>/ kWh; tendríamos **7465,57 kg Co<sub>2</sub>** por quema de leña.

### Segundo Método de Cálculo:

(Carazo, 2006) en su estudio sobre las cifras básicas de la relación Madera-Fijación de Carbono- CO<sub>2</sub> atmosférico calcula un coeficiente de

1,63 kg de CO<sub>2</sub> por cada Kg de madera combustionada.

Para una cantidad de 4631,25 kg de leña a un factor de 1,63 kg CO<sub>2</sub>/ kg; tendríamos **7548,93 kg CO<sub>2</sub>** por quema de leña.

Con el primer método se calculó 7465,57 kg CO<sub>2</sub> y con el segundo 7548,93 kg CO<sub>2</sub>, que son cifras bastante aproximadas y por lo tanto los dos métodos son válidos.

### 3.8.5.Resultados de Emisiones de CO<sub>2</sub>.

Resultados de Emisiones de CO <sub>2</sub>		
Proceso	Kilogramos de CO <sub>2</sub>	Porcentaje
Transporte Interno	79,19	0,98%
Maquinaria a Diésel	374,26	4,65%
Ventilación	29,93	0,37%
Quema en Horno	7548,93	93,98%
<b>TOTAL</b>	<b>8032,32</b>	<b>100%</b>

Tabla 26.Resultados de Emisiones de CO<sub>2</sub>.

Fuente: Autores

Los resultados de la Tabla 26, representan el total de kg de CO<sub>2</sub> para una quema de ladrillo tocho total en la fábrica. Este resultado tendría que ser dividido para la cantidad de ladrillos producidos en la quema que son 7500, dando como resultado **1,07 Kg de CO<sub>2</sub>** por cada unidad de ladrillo tocho producido. Para tener un valor por kg de ladrillo tendríamos que dividir los 1,07 kg de CO<sub>2</sub> para 7.27 kg que es el peso de un ladrillo tocho, dando como resultado **0.147 kg de CO<sub>2</sub>** por cada kg de ladrillo.



La Tabla 27 muestra los resultados de emisiones por unidad funcional “kg CO<sub>2</sub>/u” y su equivalencia en “Kg CO<sub>2</sub>/ kg de ladrillo”

Resultado de emisiones por unidad y kg de ladrillo		
kg CO <sub>2</sub> Total por Quema	kg CO <sub>2</sub> por unidad	kg de CO <sub>2</sub> por kg de ladrillo
8032,32	1,070	0,147

Tabla 27. Resultados de Emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad y kg de ladrillo.

Fuente: Autores

### 3.9.Cálculo de Energía Incorporada.

La energía incorporada según la unidad funcional planteada tendrá que ser medida en Mega Julios (Mj) como unidad de energía.

Para el cálculo transformamos los Kilovatios hora (KWh) calculados anteriormente, en Mega julios (Mj), según el factor de conversión de 3,6 Mj por cada KWh y se lo puede observar en la Tabla 28.

La Tabla 29 muestra los resultados de energía por unidad funcional “Mj/u” y su equivalencia en “Mj/ kg de ladrillo”

Resultados de Energía por Proceso Completo.		
Proceso	Kilovatios hora (KWh)	Mega Julios (Mj)
Transporte Interno	296,6	1067,76
Maquinaria a Diésel	1401,73	5046,228
Ventilación	57	205,2
Quema en Horno	18525	66690
<b>TOTAL</b>		<b>73009,16</b>

Tabla 28. Energía Incorporada por cada Proceso.

Fuente: Autores

#### 3.9.1. Resultados de Energía Incorporada.

Resultado de energía incorporada por unidad y kg de ladrillo		
Mj Total por Quema	Mj / unidad	Mj / kg de ladrillo
<b>73009,16</b>	<b>9,73</b>	1,33

Tabla 29. Energía Incorporada “Mj” por unidad y kg de ladrillo.

Fuente: Autores

## Capítulo 4

### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.

#### 4.1.Comparación con Casos de Estudio.

Los resultados calculados mediante el Inventario de Ciclo de Vida (ICV), para emisiones de CO<sub>2</sub> y energía incorporada, se compararán con estudios similares mencionados anteriormente en el Capítulo 2. Mediante esta comparación se podrá determinar si las emisiones y la energía incorporada son altas o bajas con relación a estudios similares. Cada estudio se lo compara individualmente debido a que la unidad funcional de cada uno es diferente. Se ha realizado una conversión de la unidad funcional propuesta en este estudio (unidad de ladrillo) con relación a cada uno de los casos.

##### 4.1.1.Comparación con Estudio 1:

Análisis ciclo de vida comparativo entre ladrillos artesanales y ladrillos mecanizados (Swisscontact, Cusco Perú).

Comparación entre “Estudio 1” con “Ladrillo Tochano Semi mecanizado “Caso Cuenca””			
Estudio	Peso por unidad (kg)	kg CO <sub>2</sub> / unidad	kg CO <sub>2</sub> / kg de Ladrillo
Ladrillo Swisscontact “Artesanal”	3	0,386	0,1286
Ladrillo Swisscontact “Mecanizado”	6	0,525	0,0875
Ladrillo Tochano Semi Mecanizado “Caso Sinincay”	7,27	1,07	0,147

Tabla 30. Comparación entre “Estudio 1” con “Ladrillo Tochano Semi Mecanizado”

Fuente: Análisis ciclo de vida comparativo entre ladrillos artesanales y ladrillos mecanizados. (Red Peruana de Ciclo de Vida, 2012).

Elaboración: Autores

Según lo indicado en la Tabla 30, se ha realizado una comparación entre el ladrillo “artesanal y mecanizado” estudiado por Swisscontact en Perú, con relación al Inventario de Ciclo de Vida de Ladrillo Tochano en Sinincay ya que ambos mantienen el alcance de puerta a puerta. Según la unidad funcional (kg CO<sub>2</sub> / unidad), se puede observar una diferencia entre ambos estudios debido al tamaño y peso del ladrillo producido, por lo que es más certera una comparación según la unidad funcional (kg CO<sub>2</sub> / kg de Ladrillo). Según esta comparación existe una diferencia de 12% con el ladrillo artesanal y de 40% con respecto al ladrillo mecanizado en relación a los kg CO<sub>2</sub> /kg de ladrillo.

El estudio del ladrillo tochano en Sinincay fue en una fábrica semi mecanizada por lo que se puede notar una diferencia significativa con el ACV de ladrillo Mecanizado de Swisscontact, en cambio es muy próximo al resultado dado en la ladrillera Artesanal con una diferencia de 12% entre ambos estudios y se puede concluir que la producción de ladrillo tochano en Sinincay tiene un índice más elevado de contaminación y es necesario una mejora en el proceso.

##### 4.1.2.Comparación con Estudio 2.

Ficha Técnica de tecnologías de horno de ladrillo/Teja en América Latina.

Comparación entre “Ficha Técnica de Horno de Tiro Invertido” con “Ladrillo Tochano Fase de Quema “Caso Cuenca” ”		
Estudio	kg CO <sub>2</sub> / kg de ladrillo	MJ/kg de ladrillo
Ficha Técnica de Horno Tiro Invertido	0,1009	2,37
Ladrillo Tochano Fase de Quema “Caso Sinincay”	0,1384	1,33

Tabla 31. Comparación entre “Ficha Técnica de Horno de Tiro Invertido” con “Ladrillo Tochano Fase de Quema”

Fuente: Ficha Técnica de tecnologías de horno de ladrillo/teja en América Latina. Miembros del equipo del Programa EELA



Según lo indicado en la Tabla 31, se ha realizado una comparación entre los resultados de la ficha técnica para un horno de tiro invertido realizado por Swisscontact con aplicación a Ecuador y Perú, con relación al Inventario de Ciclo de Vida de Ladrillo Tocho en Sinincay durante su etapa de quema. La unidad funcional propuesta en el estudio Ladrillo Tocho "Caso Sinincay" ha sido transformada a unidades equivalentes para realizar la comparación con el Estudio 2 a (kg CO<sub>2</sub> / kg de Ladrillo) para emisiones de CO<sub>2</sub> y (KWh/kg de ladrillo) para energía incorporada. Según esta comparación existe una diferencia de 27% con relación a las emisiones de CO<sub>2</sub> por cada kilogramo de ladrillo. Las emisiones calculadas en el ICV de Ladrillo Tocho "Fase de Quema", son mayores debido a la cantidad de leña utilizada. La energía incorporada es menor en el ladrillo tocho fase de quema con un margen del 43% con relación al del Estudio 2.

#### 4.1.3.Comparación con Estudio 3:

Repercusión medioambiental del uso de la cerámica estructural en España. Energía embebida y emisiones de CO<sub>2</sub> (Roberto Díaz Rubio, 2011).

Comparación entre "Estudio 3" con "Ladrillo Tocho Semi mecanizado "Caso Cuenca" "		
Estudio	kg CO <sub>2</sub> / kg de ladrillo	KWh/kg de ladrillo
Ladrillo Hueco Triple Estructural	0,146	0,53
Ladrillo Tocho Semi Mecanizado "Caso Cuenca"	0,147	0,371

Tabla 32.Comparación entre "Estudio 3" con "Ladrillo Tocho Semi Mecanizado"  
Fuente: Repercusión medioambiental del uso de la cerámica estructural en España. Energía embebida y emisiones de CO<sub>2</sub>. (Díaz Rubio, 2011).  
Elaboración: Autores.

Según lo indicado en la Tabla 32, se ha realizado una comparación entre el estudio de Repercusión Medioambiental del uso de la cerámica estructural en España, con relación al Inventario de Ciclo de Vida de Ladrillo Tocho en Sinincay. El límite y alcance del estudio 3, es de puerta a puerta pero incluye el valor de transporte hacia obra por lo que los resultados son mayores. La unidad funcional para realizar la comparación es (kg CO<sub>2</sub> / kg de Ladrillo) para emisiones de CO<sub>2</sub> y (Mj/ kg de ladrillo) para energía incorporada. Según esta comparación no existe una diferencia con relación a las emisiones de CO<sub>2</sub> por cada kilogramo de ladrillo. Se podría decir que es más alto el del ICV de ladrillo tocho debido a que este estudio no incluye transporte externo hacia obra. La energía incorporada representa una diferencia del 30 % entre los dos estudios, siendo el ICV de ladrillo tocho más bajo y esto es justificable por lo que en los datos del estudio 3 esta sumado transporte directo a la fábrica.

El Estudio 3 no cuenta con un desglose de información por etapas por lo que el valor de transporte indirecto externo "Transporte de material hacia la fábrica" no se ha restado.

Se ha realizado la comparación con el Estudio 3 debido a que las condiciones y límites del mismo se aproximan al del Ladrillo Semi Mecanizado de Cuenca aunque se incluya transporte indirecto. No se ha realizado comparaciones con otros estudios ya que salen de los límites de sistema estudiado.



## **4.2. Conclusiones y Recomendaciones en las diferentes Dimensiones de la Sostenibilidad.**

### **4.2.1. Ambiental**

- La contaminación en el proceso de producción de ladrillo no cuenta con medidas oportunas para su debido control.
- El suelo ha sido sistemáticamente deteriorado y no recuperado.
- Mejora en el proceso de quema de ladrillo mediante el uso de ventiladores, con el fin de mejorar el tiempo de quema y reducir las emisiones de gases.
- La explotación exagerada del recurso genera deslizamientos de tierra y daña el paisaje.
- Se deben mantener buenas prácticas ambientales al momento de la producción del ladrillo.
- Mal uso de los hornos, falta de tecnificación y capacitación debido a la falta de recursos.

### **Recomendaciones:**

Se deben proponer medidas oportunas para el control de la contaminación y deterioro que genera este proceso, tales como:

- Recoger el material que se esté desalojando como por ejemplo en construcción, aplanamiento, nivelaciones, etc; para que sean depositados en forma de sustitución en lugares deteriorados o socavados y de esa manera compensar o recuperar el terreno.
- Propiciar una quema eficiente, mediante el uso de un ventilador con tolva para obtener el consumo total del combustible y una combustión completa, que consiste en una dosificación adecuada de flujo de aire y combustible sólido apropiado, con lo que se evitará la emisión de gases contaminantes y espesos. En hornos eficientes de tipo tiro invertido,

túnel y vertical que queman más rápido, generan menos CO<sub>2</sub> y utilizan menos combustibles y por lo tanto contaminan menos como lo señala el estudio de EELA (Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales).

- Si se utiliza como combustible aserrín o cascarilla, implementar dosificador o ventilador.
- Se debe prohibir utilizar aceites usados, combustibles plásticos, wai-pes, botellas de plástico, maderas con grasa, llantas, palets de madera, restos de madera con tratamiento (aglomerados, melamínicos, maderas lacadas, etc.), ya que provocan la emisión de gases negros y espesos que son altamente contaminantes.
- En el proceso de quemado se recomienda utilizar combustibles residuos de madera como: tiras, troncos, tirillas, cantoneras, aserrín; también se puede utilizar cascarilla de arroz o café, otros. Estos deben estar secos antes de ser utilizados, lo que permitirá reducir su consumo y la emisión de gases al ambiente que señala el estudio de EELA (Eficiencia Energética En Ladrilleras Artesanales).
- Este proceso debe estar en consonancia con prácticas sostenibles, de tal manera que estos procesos sean amigables con el medio ambiente y menos contaminantes para mantener de forma permanente un equilibrio ecológico.
- Los equipos empleados en este proceso “que funcionan a base de diésel” sean sustituidos por equipos que utilicen energía eléctrica, ya que esta tiende a ser menos contaminante.
- Para evitar la extracción del material en forma irresponsable, se debe utilizar técnicas antideslizantes como es el método del terrazo, es decir una extracción sistemática mediante el uso de niveles que evite derrumbes, deslizamiento de tierra, con lo que se reducirán accidentes, y el deterioro al paisaje.
- Se debería impedir el uso de especies vegetales nativas en cualquier grado de sucesión (bosques nativos primarios, secundarios, etc.).
- Se debería promover el uso de madera que provenga de áreas controladas cercanas, donde se pueda reforestar con el fin de impedir la tala indiscriminada de especies.





### **Manejo de materia prima para la producción del ladrillo**

- Se debe tener un registro de adquisición del aserrín, leña, arcilla, entre otros, que son la materia prima utilizada para la fabricación del ladrillo.
- La materia prima (arcilla, leña, aserrín, entre otros) debe estar en un lugar cubierto, definido y señalizado dentro de la ladrillera, pero apartado del horno.
- La arcilla utilizada para la fabricación del ladrillo tiene que estar cubierta con plásticos o lonas y asegurado en la base ya sea con madera o algún material sintético, para evitar los desperdicios que se dan por la lluvia, viento o arrastre.
- La materia prima no debe ser almacenada en la vía pública.

### **Manejo de residuos sólidos**

Contar con un espacio amplio y cubierto para colocar los residuos sólidos generados en la producción del ladrillo y clasificarlos en reutilizables y no reutilizables.

Los residuos sólidos no reutilizables se recomienda clasificarlos en orgánicos y reciclables.

- Residuos Orgánicos: ponerlos en tachos o recipientes para desechos sólidos orgánicos como es el caso de basura común, restos de alimentos, cortezas, entre otros. Los mismos que deberán ser facilitados a los vehículos recolectores de basura de la institución EMAC EP en sus respectivos horarios.
- Residuos Reciclables: ponerlos en tachos de desechos sólidos reciclables (color azul), por ejemplo fundas plásticas, cartón, cajas de cartón, botellas plásticas, plásticos de secadero que no son reutilizables, entre otros.

### **Manejo de residuos reutilizables en la producción del ladrillo**

Los residuos que pueden ser reutilizables en la producción del ladrillo son: polvo de ladrillos rotos, la ceniza entre otros.

- La ceniza que se obtiene del proceso de fabricación del ladrillo se puede reutilizar como abono para pastizales y terrenos agrícolas.
- Se puede reutilizar el polvo del ladrillo como base del terreno para ciertos procesos como mezclado, moldeado y secado.
- En el proceso de raspado se generan residuos y se pueden reutilizar como materia prima en la fabricación de ladrillos.

### **Manejo de combustibles inflamables**

- Al igual que la anterior se debe constar con un registro de adquisición de combustibles para la quema del ladrillo como el aserrín, cortezas, troncos, café, cartonerías, cascarillas de arroz o similares.
- Los combustibles inflamables utilizados para la fabricación del ladrillo como es el aserrín, la leña, cortezas y otros, deben tener un espacio suficiente, señalizado y definido dentro de la ladrillera, pero en un lugar apartado del horno.
- Estos combustibles inflamables antes mencionados deben estar cubiertos con lonas o plásticos, para evitar el desperdicio del material ocasionado por lluvias y vientos.

### **Disposiciones para la reducción de emisiones al ambiente (humos, gases, material particulado, otros).**

#### **Utilización de Combustible en la quema del ladrillo**

- Se debe utilizar como combustibles residuos de madera: tiras, tirillas,



troncos, aserrín, cartoneras, también se pueden utilizar cascarillas de café, arroz o similares.

- Dichos combustibles deben estar secos antes de ser usados para evitar el excesivo consumo de leña y emisión de gases al medio ambiente.
- Colocar la leña de forma uniforme para aprovechar de forma correcta el calor.
- Lograr una combustión completa mediante recargas de combustible de manera constante y lenta, evitando así la asfixia del horno y emisión de gases espesos y negros.
- No utilizar aceites usados, combustibles plásticos, waipes, botellas de plástico, maderas con grasa, llantas, palets de madera, restos de madera con tratamiento (aglomerados, melamínicos, maderas lacadas, etc.) debido a su alto grado de contaminación como indican varios estudios realizados por EELA (Eficiencia Energética En Ladrilleras Artesanales). Por lo que recomiendan utilizar el carbón de piedra ya que tiene un alto grado de eficiencia y bajo grado de contaminación.

### **Colocación o disposición del ladrillo en el horno.**

- El aplicar buenas prácticas en la quema del ladrillo, permite reducir el tiempo de la quema, consumo de leña y emisión de gases.
- Entre las buenas prácticas están: sellado del horno, correcta cocción y la colocación adecuada del ladrillo.
- Los ladrillos que se van a quemar deben estar secos para reducir el impacto del consumo de leña y emisión de gases. Como indican varios estudios realizados por EELA (Eficiencia Energética En Ladrilleras Artesanales).
- Poner el ladrillo en el horno dejando espacios libres desde abajo hasta arriba, colocando de forma estrecha y sin dejar espacios libres para evitar la pérdida de calor.
- Cuando el horno este lleno se debe cerrar los orificios del mismo con barro para evitar la pérdida la calor.

- Se deben reemplazar los hornos tradicionales por hornos eficientes como: hornos de tiro invertido, verticales y túnel con ventiladores de tolva para una mayor eficiencia.
- Los hornos deben estar siempre en buenas condiciones, esto es sellado de grietas, rovocado, etc.
- No debe existir agua en el interior del horno.

### **4.2.2.Económico**

- La producción del ladrillo, tanto artesanal como semi industrial, es la principal fuente de ingreso de los trabajadores de la zona de estudio.
- Los trabajadores del área mantienen actividades económicas complementarias como es el caso de la agricultura, jornaleros, crianza de animales, chofer, etc.
- La producción de ladrillo y derivados, constituyen una actividad económica tradicional, que caracteriza a su costumbre y cultura.
- Existe una tendencia de disminuir la demanda de estos productos y se mantiene la oferta, lo cual genera un menor precio, aspecto que deteriora los ingresos de los trabajadores.
- Existen intermediarios que afectan el precio del ladrillo, aspecto que presiona a reducir precios en fábrica y aumentar sus utilidades en el comercio.
- No existe un registro técnico de los costos de producción de ladrillo, sobre todo en el sector artesanal, aspecto que genera imprecisión en la valoración de costos y establecimiento de precios, e impide el determinar si existe o no rentabilidad.
- No se evidencian programas de vinculación permanente con instituciones financieras que permitan acceder a créditos para mejoras su producción y sus ingresos.
- Los ingresos provenientes de esta actividad involucran al trabajo inclusive de los miembros de una familia.
- La determinación de costos no están siendo ayudados por procesos



tecnológicos o de capacitación específica.

### **Recomendaciones:**

- La producción del ladrillo y derivados debe ser capacitada y atendida en mayor medida por organismos referentes tales como federaciones provinciales de artesanos, cámaras de la producción, universidades mediante convenios específicos de vinculación, Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), Ministerio de la Productividad, Centro Ecuatoriano de Capacitación Profesional (SECAP), fundaciones afines nacionales e internacionales, para mejorar la generación de sus ingresos económicos, en razón de que ésta es su principal fuente creadora de sus recursos económicos.
- Especializar a cada miembro familiar en las diferentes actividades productivas para que se vuelvan más diversas y generadoras de ingresos económicos complementarios, debido a que se gana experticia especializada en cada miembro de la familia, por lo que se recomienda promover capacitaciones como es el caso, en la agricultura mejorar técnicas de cultivo y uso de mejores herramientas e insumos; para el caso de choferes capacitación en conducción vehicular profesional como son taxis, transporte escolar, etc., para el caso de jornaleros capacitación en cada uno de sus especialidades, etc.
- Mantener esta actividad productiva que caracteriza a la tradición económica de la zona, siempre y cuando se le apoye a que sea más rentable.
- Diversificar y acondicionar el tipo de producto de acuerdo a la demanda de mercado para que ésta no disminuya, con lo que se mantendrá el precio del producto.
- Procurar la menor dependencia posible de intermediarios, a fin de que los productores comercialicen de forma directa sus productos para mayor beneficio de sus ingresos, por medio de una mejor promoción.
- Establecer sistemas contables y determinar en forma técnica los costos

de producción, a fin de precisar resultados que se genere, y a la vez, realizar planes de financiamiento para acceder a créditos en el sistema financiero que apoyen la reactivación de esta actividad, a través de capacitación específica y acompañamiento de estudiantes universitarios de las carreras de economía o administración de empresas, sustentados en la firma de convenios específicos de vinculación con la sociedad.

- Se recomienda la tecnificación y capacitación de esta actividad para ayudar a reducir costos y mejorar los beneficios, que permita disponer de parámetros y valoraciones objetivas para que funcione mejor el negocio.
- Se debe eliminar los intermediarios en el proceso de comercialización de los productos ladrilleros, a fin de evitar que se diluya la utilidad, se mejore los ingresos y se asuma en forma directa la venta a los consumidores, definiendo en forma técnica canales de distribución hacia diversos mercados.

### **4.2.3.Social y cultural**

- La producción ladrillera y la explotación de minas de mármol y cal en la zona de Sinincay, es la actividad productiva más característica de la zona.
- Se mantiene la identidad artesanal familiar de productores de ladrillos como la mayor expresión cultural de esta población y, también la tradición de la construcción de sus viviendas utilizando materiales propios de la zona como es la tierra, el carrizo, la paja, etc.
- La sola actividad ladrillera no abastece de recursos económicos a sus familias, por lo que, sus miembros se ven obligados a buscar otras actividades para complementar sus ingresos, como es la agricultura, ganadería, de jornaleros, choferes y de diversos servicios.
- El trabajo en las actividades productivas del ladrillo es familiar, participan todos los miembros, tanto niños como adultos.



- El trabajo familiar trae problemas ya que, al integrarse los niños a esta actividad en temprana edad afecta al desarrollo emocional y físico, atentando contra sus derechos de educación y recreación.
- La escasa productividad de esta actividad artesanal, ha obligado a que miembros de la familia, sobre todo varones, emigren hacia otros países para mejorar su situación económica, aspecto que ha desmembrado a la familia y ha traído consecuencias sociológicas tales como: desintegración familiar, abandono de padres, niños afectados en su estabilidad emocional, aspecto que han atentado a la integridad familiar.

### **Recomendaciones:**

- Para mejorar la productividad de esta actividad, se sugiere establecer procesos eficientes que permitan obtener mejores resultados a través de la participación de fundaciones o instituciones que se dediquen al desarrollo económico, social, técnico y medio ambiental de este sector artesanal, como es el caso del Ministerio de la Productividad o la Alcaldía de la ciudad de Cuenca la que debería convenir con fundaciones nacionales o internacionales que busquen mejorar el desarrollo técnico, productivo de las ladrilleras y de la calidad de vida de sus trabajadores, como es el caso de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (Comimsa) que apoya con tecnología al desarrollo para que esta actividad sea más limpia.

Por otra parte, se recomienda también proponer la participación de la fundación internacional SwissContact que se dedica al desarrollo económico, social y medioambiental, conforme asistencia a este tipo de actividad ladrillera, buscando contribuir a la mitigación del cambio climático a través de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de las ladrilleras de América Latina y mejorar la calidad de vida de sus trabajadores, y además trabajar con programas que busquen específicamente la eficiencia energética en la producción del ladri-

llo en América Latina, como es el caso del programa internacional EELA (Eficiencia Energética de Ladrilleras Artesanales) para con su aporte, se logre mejorar procesos y mitigar el cambio climático.

- Fomentar la firma de convenios específicos entre las universidades locales y el GAD parroquial de Sinincay, para que juntos busquen impulsar programas de investigación, vinculación con la sociedad y docencia, con intervención de estudiantes, y puedan mejorar la sostenibilidad y rentabilidad de estas organizaciones, en donde, deben intervenir facultades universitarias, así: Arquitectura e Ingeniería Ambiental, en procesos de prácticas sostenibles para la producción mediante una propuesta complementaria a la que emplean las fundaciones internacionales para el desarrollo, es decir, no solo dedicarse al proceso de la quema del ladrillo, que es el más contaminante, sino a los demás procesos como son: mezclado, moldeado y secado.

La facultad de Administración de Empresas o la de Economía, en el aspecto administrativo y comercial, organizando internamente la contabilidad, costos y niveles de utilidad, elaborar proyecto de pre factibilidad y factibilidad, para que los procesos sean sustentados de forma técnica y cierta, que permitan disponer de planes de acción para ser utilizados en créditos del sistema financiero; también la carrera de Marketing, para desarrollar una estrategia adecuada de mercadeo y comercialización directa, que permita obtener mejores resultados y, consecuentemente, con todo esto, mejores ingresos, que permitirá elevar la rentabilidad, además de determinar clientes potenciales, promocionar los productos mediante ferias especiales y casas abiertas, constituyéndose en un proceso que potenciará la economía familiar, mejorará la integridad familiar y enraizará en forma permanente la tradición de este saber ancestral y con ello su cultura.

- Se sugiere establecer por parte de las entidades participantes, proce-



sos de revisión y evaluación para que los fondos que financian las organización internacionales y nacionales sustenten su adecuada utilización, de tal modo que se refuercen de forma permanente los procesos eficientes como se ha señalado, tanto en lo productivo, social, cultural y ambiental.

- Se recomienda que la integración de estas propuestas para obtener resultados eficientes en esta actividad como se ha señalado, se lo realice de manera inmediata u oportuna, a fin de que se reconstituya esta población meta, se reintegre la familia, se evite el trabajo infantil y se disminuya la migración.

#### **4.3.Conclusiones.**

El estudio realizado en este trabajo sustenta que el proceso de producción del ladrillo tochano es contaminante al medio ambiente, debido a que la quema del ladrillo en el horno. Esta consume energía y emite gases de CO<sub>2</sub> con un aporte del 90% con relación a los demás procesos que utilizan diesel y energía eléctrica, que representan el restante 10%, por lo que se demuestra que esta práctica es poco sustentable. En base a las comparaciones de CO<sub>2</sub> y energía incorporada del ladrillo semi mecanizado de Sinincay, se ha visto que en relación a otros países, en el Ecuador estos valores son un poco mayores a los estudios comparados por lo que es necesario revisar el proceso de producción y mejorar la eficiencia en el mismo. Esta actividad ladrillera aún requiere de trabajo y buenas prácticas para ser sustentable.

En base a este estudio, se puede afirmar que es factible conseguir procesos que minimicen la contaminación ambiental en el proceso de fabricación del ladrillo mediante el manejo de prácticas ambientales eficientes. Se debería utilizar combustibles tales como (leña, troncos, cortezas, cantoneras, aserrín, cascarillas de café, arroz y similares); carbón

de piedra, gas. Se debería promover la prohibición de uso de combustibles plásticos, waipes, botellas de plástico, maderas con grasa, llantas, palets de madera, restos de madera con tratamiento (aglomerados, melamínicos, maderas lacadas, etc.

Además, la utilización de hornos eficientes con ventiladores de tolva generará un proceso más eficiente, menos costoso, más rápido y menos contaminante, por lo que esta práctica hará a esta actividad artesanal más rentable.

Esta actividad, si bien tiene procesos de contaminación en la magnitud señalada, se debe preservar, ya que se justifica por el hecho de generar importantes ingresos económicos para las familias que lo realizan, con las que se mantienen en gran parte, además, se mantienen las tradiciones de producción de ladrillo y constituye un rescate cultural apoyando a la construcción.

El proceso de producción del ladrillo no se maneja de una forma técnica en lo económico porque no tienen registros de control de costos y estimaciones objetivas de las variables económicas. No se disponen de planes financieros, estudios de mercado, sistemas de contabilidad, etc. Si bien son problemas importantes, estos son factibles de ser resueltos mediante la capacitación y apoyo de instituciones afines, por medio de convenios de vinculación con la sociedad.

Es importante mantener un equilibrio entre las diversas dimensiones de la sostenibilidad por lo que a pesar de que en el campo ambiental, las emisiones calculadas sean mayores a otros estudios, no quiere decir que la actividad ladrillera no sea adecuada. En los campos productivos, económicos, sociales y culturales esta actividad beneficia a familias en-





teraz, fomenta la construcción y apoya al desarrollo económico de la zona, sin descuidar también su aporte al turismo y a la tradición cultural.

Mantener esta actividad en funcionamiento es necesario debido a que si no existiera, generaría una mayor emigración y por ende, un mayor trabajo infantil, aspecto que desembocaría en una desintegración familiar.

Resulta menos costoso controlar la contaminación que genera esta actividad, que el abandono por parte de las familias y personas que encuentran en ella. Representa el sustento para mantener la economía familiar, así no represente una actividad económica optima, pero si justificativa ya que por esta misma razón se mantiene la tradición artesanal.

Se concluye por tanto, que si bien esta actividad productora de ladrillos es contaminante, el proceso es reversible, a su vez, si la actividad económica al momento no es del todo eficiente también es superable y sujeta de mayor productividad. Si se tecnifica y capacita en el uso de prácticas eficientes en el proceso de producción de ladrillo se conseguirán ladrilleras eficientes y sustentables. Por tanto, ambas variables, contaminación y producción son susceptibles de mejoramiento, con lo que se conseguirá el doble efecto de reducir la contaminación y mejorar la actividad productiva de forma eficiente.

#### **4.4. Bibliografía**

Alvarez Guerrero, S. F. (2014). Optimización del proceso de mezcla de arcilla para la producción de ladrillos, en el sector artesanal (B.S. thesis). Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5529>

Atmos Company. (2008). Los combustibles y la energía [Página de la fábrica Atmos]. Recuperado a partir de <http://www.atmos.eu/spanish/paliva-energie>

Cabrera Palacios, M. (2008). Sinincay: Nuestra Tierra..Nuestra Gente, 33.

Carazo, A. (2006). Cifras básicas de la relación Madera-Fijación de Carbono-CO2 atmosférico. Montes: Revista de Ámbito Forestal, ISSN, 0027-0105.

Carvalho Filho, A. (2001). Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento - Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento. (Tesis). Universitat Politècnica de Catalunya, España. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=6125>

Cepeda Gutiérrez, M. (2003). Cuantificación energética de la construcción de edificios y el proceso de urbanización, 16.

Días Rubio, R. (2011). Repercusión medioambiental del uso de la cerámica estructural en España. Energía embebida y emisiones de CO2. (Tesis).



Echeverría Maggi, A. D. (2015). El sector de la construcción y la economía ecuatoriana período 2007-2013. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/9167>

Gil García, D. (2012). Análisis de ciclo de vida en fachadas. *Arquitectura\_Técnica*. Recuperado a partir de <http://oa.upm.es/14363/>

Gómez Ortiz, P. A. (2013). Estudio y análisis de nuevas tecnologías de ladrillos introducidos en Cuenca para la aplicación de la Autoconstrucción (B.S. thesis). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4743>

Gómez, C., Farrera, N., & Moreira, J. (2014). FACTIBILIDAD DEL USO DE BIOGÁS COMO COMBUSTIBLE EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DEL MUNICIPIO DE CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS, MÉXICO. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: investigación, desarrollo y práctica*, 7(1), 33–44.

Gordillo Mejía, J. A., & Narváes Quizhpi, M. (2002). Sinincay su gente 150 años de fundación.

Guinée, J. B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Maso- ni, P., Buonamici, R., ... Rydberg, T. (2011). Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. *Environmental Science & Technology*, 45(1), 90–96. <https://doi.org/10.1021/es101316v>

ISO 14040 AEN/CTN 150, C. (2006, diciembre 27). Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. (ISO

14040:2006). AENOR. Recuperado a partir de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0038060#.WJjSK1XhCUk>

Junta Parroquial de Sinincay. (2008). Sinincay: Revista de la Junta Parroquial.

Maza González, F. (2012, diciembre 5). Análisis del ciclo de vida de materiales de construcción convencionales y alternativos." (B.S. thesis). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí. Recuperado a partir de <http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/Lists/Tesis/DispForm.aspx?ID=163&ContentTypeld=0x010070137B3706D-0724F8680FE3FEE0FBDF1>

Maza Quishpi, M. E. (2011). Producción más limpia para ladrilleras en la parroquia Sinincay (B.S. thesis). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. Recuperado a partir de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/167>

Miembros del equipo del Programa EELA). (s/f). Ficha Técnica de tecnologías de horno de ladrillo/teja en América Latina (p. 5). Cusco y Lima, Perú: Swisscontact. Recuperado a partir de [www.redladrilleras.net/apps/manual\\_ccac/pdf/es/horno-tiro-Invertido.pdf](http://www.redladrilleras.net/apps/manual_ccac/pdf/es/horno-tiro-Invertido.pdf)

Munoz, C., Zaror, C., Saelzer, G., & Cuchi, A. (2012). Study of Energy Flow in the life cycle of a housing and its implication on emissions of greenhouse gases, during the construction phase Case Study: Social Typology. Biobio Region of Chile. *REVISTA DE LA CONSTRUCCION*, 11(3), 125–145.



Muñoz, C., Zaror, C., Saelzer, G., & Cuchi, A. (2017, febrero 8). Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero, durante la fase de construcción Caso Estudio: Vivienda Tipología Social. Región del Biobío, Chile. Recuperado el 8 de febrero de 2017, a partir de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2012000300011](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2012000300011)

Naranjo, M. (2011). Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES. FLACSO - MIPRO. Recuperado a partir de <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/nhoxd724zqhrx7t8vf20u6drauhfb4.pdf>

Nuevo Rumbo Cultural, P. N. (2010, febrero). Sinincay: Su gente de Ayer y Hoy. Recuperado a partir de [http://www.cuenca.gob.ec/bibli-cuenca/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=33](http://www.cuenca.gob.ec/bibli-cuenca/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=33)

Ordóñez, I., Sinchi, S., & others. (2010). Plan de negocios para talleres de ladrillo artesanal industrial en la parroquia de Sinincay sector Sigcho (B.S. thesis). Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1154>

Pacheco Solano, R. (2015). Análisis y determinación de los precios de comercialización de la industria ladrillera de tipo mecanizada del cantón cuenca. Caso práctico ladeksa año 2014 (Tesis). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Red Peruana de Ciclo de Vida. (2012). Análisis ciclo de vida comparativo entre ladrillos artesanales y ladrillos mecanizados. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Rosas Tapia, C. E., & Torres Maldonado, A. E. (2014, noviembre). Utilización del ladrillo en acabados constructivos (Propuesta morfológica) (B.S. thesis). Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4743>

Sanmartín, F., & Sucuzhañay, A. (2015). Análisis y determinación de los costos de la explotación, procesamiento, acabado y comercialización de ladrillo y teja de los diferentes talleres de la parroquia rural de Sinincay, cantón Cuenca año 2014 (B.S. thesis). Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21877>

Zaror Zaror, C. A. (2002). Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos, 2da Edición. Recuperado a partir de <https://kardauni08.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-a-la-ingenieria-ambiental-para-la-industria-de-procesos.pdf>



#### **4.5.Glosario de Términos.**

**ACV:** El ACV es una técnica desarrollada para identificar el desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su vida, ayudando con esto a la contribución de información a las diferentes industrias u organizaciones. Tiene como objetivo el cálculo, cuantificación y evaluación de los flujos de sistema es decir de las entradas (materia y energía) y de las salidas (productos, co-productos, emisiones al aire, agua o suelo), para posteriormente evaluar el impacto al medio ambiente (Maza González, 2012).

**Alcance del ACV:** El alcance de un ciclo de vida consiste en delimitar el estudio según las etapas o fases que un material atraviesa desde el momento de la extracción de recursos hasta el fin de vida o reciclaje del producto.

**Arcilla Cocida:** La arcilla cocida al fuego, es uno de los medios más económicos para la producción de objetos cotidianos, y una de las materias primas utilizadas aun en la actualidad.

**Ayllu:** Un ayllu o aylo , es una forma de comunidad familiar originaria de la región andina con una descendencia común.  
Batidora: Maquinaria utilizada para mezcla y homogeneización de materia prima.

**Consumo Energético:** Es la cantidad de energía “gas, diésel, biomasa” necesaria para el funcionamiento de maquinaria, medios de transporte, etc.

**C02:** Fórmula química del dióxido de carbono.

**Cuna a Puerta:** Cuando el análisis se limita a estudiar desde la extracción de materia prima hasta la fabricación del producto, se considera que su alcance es de Cuna a Puerta

**Cuna a Tumba:** Un material al completar todo su ciclo, es decir, desde el momento de la extracción de materia prima, hasta el fin de su vida útil, se considera que su alcance es de Cuna a Tumba.

**Dimensiones de la Sostenibilidad:** Son todos los campos, que de manera articulada, deben mantener un equilibrio según los principios de la sostenibilidad.

**Dióxido de Carbono:** El dióxido de carbono “C02” es un tipo de gas, cuyas propiedades lo hacen: inodoro, incoloro, ligeramente ácido y no inflamable.

**EELA:** Las siglas EELA significan “The Programme on Energy Efficiency in small brick enterprises in Latin America to Mitigate Climate Change” que en español se traduce a “Proyecto Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales”. El Programa EELA contribuye a la mitigación del cambio climático y a la mejora de la calidad de vida de los ladrilleros a través de la promoción de tecnología apropiada para el uso eficiente de energía en hornos.

**Emisión de C02:** Cantidad de C02 emitido a la atmósfera, debido la quema de combustibles “fósiles, diésel, gas, biomasa, leña”.  
Energía Incorporada: Es la energía consumida por un material o producto durante su ciclo de vida.



**Entradas de Producto:** Son todos los flujos de energía y materiales utilizados en la fabricación de un producto.

**Extrusora:** Maquinaria utilizada para crear objetos con sección transversal definida y fija.

**Gases de Efecto Invernadero:** Son gases que se absorben en la atmósfera y emiten un tipo de radiación en rango infrarrojo.

**Horno:** Es un dispositivo que genera calor y lo mantiene en un compartimiento cerrado. Se lo utiliza para la quema de materiales cerámicos “ladrillo” y funciona mediante combustible sólido “leña, ramas, troncos, etc”.

**ICV:** El Inventario de ciclo de vida (ICV), es una base de datos recolectada a partir de los flujos de sistema de entrada y salida (combustibles, emisiones, materiales), durante la vida del material. En esta fase se procede con la obtención de datos así como con el cálculo de emisiones (CO<sub>2</sub>) y energía incorporada en relación de la unidad funcional. (Maza González, 2012, p. 39).

**IERSE:** Las siglas significan Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador”. El IERSE trabaja para el desarrollo descentralizado del Ecuador con reconocimiento de los gobiernos y comunidades locales, constituyéndose en un importante nexo entre la Universidad del Azuay y la colectividad.

**Impacto:** Efecto producido por una persona, una acción o suceso.

**INEC:** Las siglas significan “Instituto Nacional de Estadística y Cen-

so”. El INEC responde a las necesidades de información de la ciudadanía, instituciones públicas o privadas y otros organismos, a través de distintos canales.

**ISO:** Las siglas ISO significan “International Organization for Standardization” que en español se traduce a “La Organización Internacional de Normalización”. Es una organización para la creación de estándares internacionales compuesta por diversas organizaciones nacionales de estandarización.

**kg CO<sub>2</sub> / u:** Unidad utilizada para expresar la cantidad de kilogramos de CO<sub>2</sub> en relación a una unidad de material.

**kg CO<sub>2</sub>/ kg:** Unidad utilizada para expresar la cantidad de kilogramos de CO<sub>2</sub> en relación a un kilogramo de material.

**KWh / u:** Unidad utilizada para expresar la cantidad de energía en Kilovatios hora (KWh) en relación a una unidad de material.

**KWh / kg :** Unidad utilizada para expresar la cantidad de energía en Kilovatios hora (KWh) en relación a un kilogramo de material.

**LCA:** Las siglas LCA significan “life cycle assessment” que en español se traduce a “análisis de ciclo de vida “ACV””.

**LCI:** Las siglas LCI significan “life cycle inventory” que en español se traduce a “inventario de ciclo de vida “ICV””.

**Ladrillo:** Es material de construcción, de tipo cerámico y con forma de paralelepípedo rectangular. Es fabricado con arcilla cocida.





**Ladrillo Artesanal:** Ladrillo producido de manera tradicional mediante la fuerza humana y animal.

**Ladrillo Crudo:** Es el ladrillo recién conformado que aún necesita de un proceso de secado y quema.

**Ladrillo Semi Mecanizado:** Ladrillo producido mediante la ayuda de maquinaria y fuerza humana.

**Materia Prima:** Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto.

**Mj / u:** Unidad utilizada para expresar la cantidad de energía en Meja julios (Mj) en relación a una unidad de material.

**Mj / kg :** Unidad utilizada para expresar la cantidad de energía en Meja julios (Mj) en relación a un kilogramo de material.

**Noque:** Es un pozo hecho en la tierra, al aire libre.

**Puerta a Puerta:** Cuando el análisis se limita a estudiar únicamente el proceso de fabricación del producto, se considera que su alcance es de Puerta a Puerta.

**Sostenibilidad:** “Desarrollo que cubre las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de cubrir sus necesidades” Informe Brundtland de la ONU.

**Salidas de Producto:** Son todas las emisiones así como materiales

producto del proceso de fabricación.

**Sinincay:** Sinincay es una parroquia del cantón Cuenca, Provincia del Azuay, Ecuador.

**Swisscontact:** Swisscontact es la fundación independiente orientada al fomento económico para la cooperación internacional para el desarrollo.

**Unidad Funcional:** La Unidad funcional es un elemento fundamental en el ACV, debido a que el cálculo se realizará en función de la misma. La importancia de esta unidad radica en que se puede comparar diferentes sistemas de producto que mantengan las mismas funciones y verificar que los balances sean válidos.



#### 4.6. Anexos

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	1	Fecha: 3 / 01 / 17 /	Día: Martes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	2,5
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,75
Motor Nissan	Gal	Diesel	6,7
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	3	Fecha: 5 / 01 / 17 /	Día: Jueves
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,95
Motor Nissan	Gal	Diesel	4
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	2	Fecha: 4 / 01 / 17 /	Día: Miércoles
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	1,1
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,67
Motor Nissan	Gal	Diesel	4,2
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	4	Fecha: 6 / 01 / 17 /	Día: Viernes.
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,75
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	





Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	5	Fecha: 7 / 01 / 17 /	Día: Sábado
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,9
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	7	Fecha: 10/01/17/	Día: Martes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	1,14
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,605
Motor Nissan	Gal	Diesel	4,5
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	6	Fecha: 9 / 01 / 17 /	Día: Lunes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	2,1
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,75
Motor Nissan	Gal	Diesel	4,6
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	8	Fecha: 11/01/17/	Día: Miércoles
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,575
Motor Nissan	Gal	Diesel	4
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	





Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	9	Fecha: 12 / 01 / 17 /	Día: Jueves
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,7
Motor Nissan	Gal	Diesel	4
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	10	Fecha: 13 / 01 / 17 /	Día: Viernes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,6
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	10

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	11	Fecha: 14 / 01 / 17 /	Día: Sábado
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,5
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Segunda Quema

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	12	Fecha: 16 / 01 / 17 /	Día: Lunes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	2,6
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,8
Motor Nissan	Gal	Diesel	5,5
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	





Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	13	Fecha: 17 / 01 / 17 /	Día: Martes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	1
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,65
Motor Nissan	Gal	Diesel	5
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	15	Fecha: 19 / 01 / 17 /	Día: Jueves
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,4
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	14	Fecha: 18 / 01 / 17 /	Día: Miércoles
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,9
Motor Nissan	Gal	Diesel	4,7
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	16	Fecha: 20 / 01 / 17 /	Día: Viernes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,4
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	





Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	17	Fecha: 21/01/17/	Día: Sábado
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,65
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	19	Fecha: 24/01/17/	Día: Martes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	1,22
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,65
Motor Nissan	Gal	Diesel	5,5
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	18	Fecha: 23/01/17/	Día: Lunes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	2,4
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,75
Motor Nissan	Gal	Diesel	6,7
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	20	Fecha: 25/01/17/	Día: Miércoles
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,8
Motor Nissan	Gal	Diesel	4,6
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	





Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:	21	Fecha: 26 / 01 / 17 /	Día: Jueves
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,85
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número: 23		Fecha: 28/01/17/	Día: Sábado
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,57
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	

Ficha de Levantamiento de Información			
Ficha Número:	22	Fecha: 27/01/17/	Día: Viernes
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	0,6
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	9,5

Ficha de Levantamiento de Informacion			
Ficha Número:		Fecha:     /     /     /	Día:
Cantidad de Combustible y Energía			
Maquinaria	Unidad	Tipo	Cantidad
BOBCAT "Mezcla"	Gal	Diesel	
BOBCAT "Transporte Int."	Gal	Diesel	
Motor Nissan	Gal	Diesel	
Ventilador	Kwh	Electricidad	
Horno "Quema"	m3	Leña	